



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

IB/ IG/ IQ/ CDS/ FACE-ECO

CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**ANÁLISE DOS TIPOS DE ESTRUTURAS URBANAS EM RELAÇÃO AO
CONSUMO E SEUS IMPACTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO
FUNDO.**

Natália de Paiva Lôpo Ferreira

BRASÍLIA – DF

Junho/2016

Natália de Paiva Lôpo Ferreira

**ANÁLISE DOS TIPOS DE ESTRUTURAS URBANAS EM RELAÇÃO AO
CONSUMO E SEUS IMPACTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO
FUNDO.**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como parcial requisito para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob orientação do professor Dr. Henrique Llacer Roig e co-orientadora Msc. Kássia Batista de Castro.

BRASÍLIA – DF

Junho/2016

F383 FERREIRA, NATÁLIA DE PAIVA LÔPO

Análise dos tipos de estruturas urbanas em relação ao consumo e seus impactos na
bacia hidrográfica do Riacho Fundo / Natália de Paiva Lôpo Ferreira. – 2016

Monografia (graduação) – Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências Ambientais
- Consórcio IG/ IB/ IQ/ FACE-ECO/ CDS -

Orientação: Dr. Henrique Llacer Roig

Co-orientadora: Msc. Kássia Batista de Castro

1. Morfologia Urbana - 2. Tipos de Estruturas Urbanas (UST) - 3. Consumo de
Água - 4. Bacia do Riacho Fundo.

**ANÁLISE DOS TIPOS DE ESTRUTURAS URBANAS EM RELAÇÃO AO
CONSUMO E SEUS IMPACTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO
FUNDO.**

Natália de Paiva Lôpo Ferreira

Prof. Orientador: Dr. Henrique Llacer Roig

Co-orientadora: Msc. Kássia Batista de Castro

Brasília-DF

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Henrique Llacer Roig (Orientador)

Instituto de Geociências da Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Hiroo Saito

Centro de Desenvolvimento Sustentável e Departamento de Ecologia/Instituto de Ciências
Biológicas da Universidade de Brasília

“Água que nasce na fonte serena do mundo

E que abre um profundo grotão

Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão

Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão

Águas que banham aldeias e matam a sede da população

Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão

E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde Iara, a mãe d'água é misteriosa canção

Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão

Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação

Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação

Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão

E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água.”

Guilherme Arantes

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha mãe pela sua imensurável dedicação e empenho, por ter me oferecido uma educação plena e amor grandioso, pois foram fundamentais para as conquistas da minha vida.

Agradeço a todos os professores que já passaram pela minha vida e que sem dúvida foram essenciais para a consolidação dos meus conhecimentos na área de Ciências Ambientais.

Também homenageio os amigos que guardo comigo no coração e que fazem a alegria no meu dia a dia. São eles: Ellen Nordrum e Gilberto Neves. Com vocês, a vida é cheia de planos e o apoio de vocês sempre constante.

Agradeço também ao professor Pedro Zuchi pelos conselhos e ajuda na Secretaria de Ciências Ambientais.

Da mesma forma agradeço ao orientador Henrique Roig pela oportunidade de pesquisa num recurso tão importante como a água e a doutoranda Kássia Castro pelo seu apoio e imenso empenho ao tema do trabalho.

Análise dos tipos de estruturas urbanas em relação ao consumo e seus impactos na bacia hidrográfica do Riacho Fundo.

Natália de Paiva Lôpo Ferreira

RESUMO

A maioria das pessoas residem em áreas urbanas e o crescimento acelerado da população urbana vem causando sérios impactos ambientais. Buscando equalizar o jogo de forças entre crescimento e a preservação, muitos trabalhos se preocupam em entender os impactos diretos desse crescimento sobre o território. Entre os problemas causados pelo uso da terra sem o devido planejamento podemos destacar o crescimento urbano desordenado sobre as nascentes e mananciais, poluindo assim, os recursos hídricos e comprometendo o abastecimento populacional. Neste contexto, compreender o espaço urbano é fundamental para estabelecer diretrizes que permitam um adequado uso do território. Assim, optou-se por usar como base para o estudo a morfologia urbana, ou seja, a organização do território por meio do conceito de Tipos de Estruturas Urbanas (UST).

A construção do mapa de UST deu-se por meio da interpretação visual do mosaico ortofoto de 2009. Para tanto, utilizou-se como ponto de partida a divisão das quadras e do sistema viário fornecidas em formato digital pela atual Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação do Distrito Federal (SEGETH-DF). A UST, ou seja, a morfologia espacial urbana foi definida pela forma e relacionamento espacial dos seguintes elementos urbanos: edificação, áreas verdes, arruamento e áreas com solos expostos. O mapa gerado identificou vinte e dois tipos de classes USTs. A partir deste conhecimento da área urbana buscou-se verificar a existência dos padrões urbanos com o consumo de água, para analisar o impacto indireto do uso no território para o abastecimento hídrico. E observar, por meio das legendas, quais classes USTs possuem maior valor consumo hídrico médio anual.

Dessa forma, concluiu-se que, para a bacia do Riacho Fundo, o padrão urbano tem um forte relacionamento com o consumo hídrico, permitindo utilizar, assim a UST como um instrumento de planejamento urbano e ambiental, com vista a segurança hídrica e ênfase ao abastecimento hídrico, para os diferentes tipos de estruturas urbanas.

Palavras chave: 1 - Morfologia Urbana; 2 – Tipos de Estruturas Urbanas (UST); 3 - Consumo de água; 4 – Bacia do Riacho Fundo.

Análise dos tipos de estruturas urbanas em relação ao consumo e seus impactos na bacia hidrográfica do Riacho Fundo.

Natália de Paiva Lôpo Ferreira

ABSTRACT

Most people live in urban areas and the rapid growth of urban population is causing serious environmental impacts. Seeking to equalize the power game between growth and preservation, many jobs are concerned to understand the direct impact of this growth on the territory. Among the problems caused by the use of land without proper planning, we can highlight the urban sprawl on the springs and water sources, thus polluting the water and jeopardizing the population supply. In this context, understanding the urban space is critical to establish guidelines that allow an appropriate use of the territory. Thus, we chose to use as the basis for the study of urban morphology, that is, the organization of the territory through the concept Types of Urban Structures (UST).

The construction of UST map gave up through visual interpretation of mosaic orthophoto of 2009. Therefore, it was used as a starting point the division of blocks and road system provided in digital format by the current Secretary of State for Management territory and Housing of the Federal District (DF-SEGETH). The UST, or urban space morphology was defined by the shape and spatial relationship of urban following elements: building, green areas, roads and areas with exposed soil. The generated map identified twenty and two types of UST classes. From this knowledge of the urban area was sought to verify the existence of urban patterns with water consumption, to analyze the indirect impact of using the territory to the water supply. In addition, observe, through the subtitles, which USTs classes have highest average annual water consumption.

Thus, it was concluded that, to the basin of Riacho Fundo, urban pattern has a strong relationship with the water consumption, allowing you to use, the UST as an instrument of urban and environmental planning with a view to water security and emphasis on water supply for the different types of urban structures.

Keywords: 1 - Urban Morphology; 2 - Types of Urban Structures (UST); 3 - Water consumption; 4 – Riacho Fundo Basin.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Área em porcentagem das classes de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica para a unidade hidrográfica do Riacho Fundo – DF. Fonte: Menezes e Roig <i>et al.</i> , 2012.	6
Tabela 2- Números dos Sistemas de Abastecimento de Água no DF.	17
Tabela 3 - Síntese da base de dados utilizados. Fonte: Caesb, 2015.....	23
Tabela 4 - Índice de Kappa. Fonte: Fonseca, 2000.	26
Tabela 5 - Legenda da UST.....	28
Tabela 6 - Matriz de confusão.	34
Tabela 7 - Índice de Kappa - resultado.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição percentual da população por situação de domicílio – Brasil – 1980 a 2010. Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1980, 1991, 2000 e 2010 e contagem da população 1996.	1
Figura 2 - Localização da área de estudo..	5
Figura 3 - Unidades Hidrográficas da Bacia do Paranoá. Fonte: Menezes, 2010.	7
Figura 4 - Representação do mapeamento tradicional, nível de blocos e UST. Fonte: Adaptado de Moon <i>et al</i> (2009).	13
Figura 5 - Tipologia de edifícios após Meinel <i>et al.</i> (2009).	14
Figura 6 - Relação entre oferta e demanda para o alcance da segurança hídrica. Fonte: Amec.	20
Figura 7 - Definição de Water Security. Fonte: World Economic Forum, 2009.	21
Figura 8 - Etapas e procedimentos	22
Figura 9 - Conjunto de figuras de saída de campo..	30
Figura 10 - O mapa dos tipos de estruturas urbanas para a bacia hidrográfica do Riacho Fundo.....	32
Figura 11- Frequência dos pontos de consumo na UST	35
Figura 12 - Correlação entre os tipos de estruturas urbanas e consumo médio anual em m ³ /mês.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Adasa	Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal
ANA	Agência Nacional de Águas
Caesb	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
Codeplan	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DF	Distrito Federal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibram	Instituto Brasília Ambiental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organizações das Nações Unidas
SEGETH-DF	Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação do Distrito Federal
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
UNB	Universidade de Brasília
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas
UN WATER	The United Nations Inter-agency Mechanism on all Freshwater
UST	Urban Structure Type
WWF	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1.Introdução	1
1.1 Área de estudo	4
2.Objetivos.....	9
2.1Objetivos Específicos	9
3.Estado da arte	10
3.1. Expansão e morfologia urbana no Brasil	10
3.2. Tipos de Estruturas Urbanas como ferramenta para análise urbana e ambiental	12
3.3. Planejamento de Brasília e o acelerado crescimento urbano	15
3.4. Segurança, disponibilidade e consumo hídrico	17
4.Material e Métodos.....	22
4.1 Etapas e Procedimentos.....	22
Etapa I - Levantamento e organização da base de dados.....	22
Etapa II – Geração do Mapa de UST	23
Etapa II.1 - Definição da chave de Classificação.....	23
Etapa II.2 - Desenvolvimento do mapeamento UST na Bacia do Riacho Fundo	23
Etapa II.3 – Validação do mapa - Matriz de confusão (ou matriz de erro), Índice de Kappa e saída de campo	25
Etapa III – Processamento dos dados de consumo	27
Etapa IV - Correlação entre as categorias UST e consumo	27
5.Resultado e Discussões	28
5.1. O mapa UST de 2009	32
5.2. Resultado do Índice de Kappa por meio da matriz de confusão	34
5.3. A média de consumo por padrão UST	35
6.Conclusões	41
Referências bibliográficas.....	42

1.Introdução

Atualmente mais pessoas vivem em áreas urbanas do que nas áreas rurais, com 54 por cento da população do mundo habitando em cidade, em 2014. Em 1950, 30 por cento da população do mundo estava em áreas urbanas, e em 2050, 66 por cento da população do mundo irá residir em áreas urbanas (UNITED NATIONS, 2014). Já no Brasil, entre os anos 1950 e 1970, o país já vivenciava um acelerado processo de urbanização, devido ao aumento da taxa de migrações internas, principalmente, provocado pelo êxodo rural, onde muitos trabalhadores rurais buscavam melhores condições de vida, devido as oportunidades de trabalhos proporcionadas pelas cidades (BRITO, 2006). Na década de 80, o Brasil já tinha mais de 70% de sua população urbana (figura 1) e em 2014 esta taxa alcançou cerca de 85% (UNITED NATIONS, 2014), com a formação de grandes centros urbanos, onde alguns chegam a ser classificados como megacidades, como o caso de São Paulo e Rio de Janeiro. Sendo assim, o crescimento populacional em áreas urbanas, trouxe novos desafios, para a compreensão da inserção humana no ambiente urbano e as mudanças ambientais decorrentes dessa ocupação, devido à falta de planejamento urbano sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

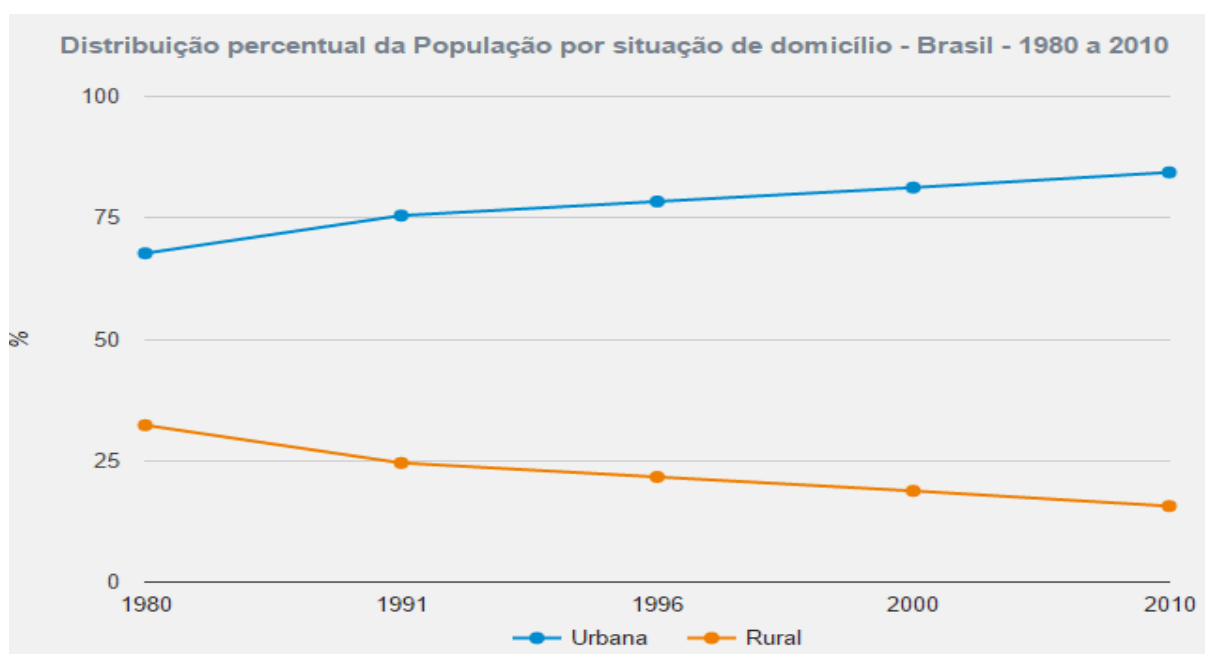


Figura 1- Distribuição percentual da população por situação de domicílio – Brasil – 1980 a 2010. Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1980, 1991, 2000 e 2010 e contagem da população 1996.

A continuidade desse padrão de urbanização no Brasil mostra que o governo precisa melhorar a sua capacidade de controlar e fiscalizar o uso e a ocupação da terra. Atuar com mais rigor no que se refere ao planejamento urbano, em relação as áreas construídas, como as moradias, estradas, prédios públicos, indústrias ou comércios. E levando em consideração as áreas de proteção, que visam garantir a preservação e a conservação dos bens ambientais, pois elas são importantes para o regulamento de serviços ambientais, como o abastecimento de água, por exemplo (MEDEIROS, 2014).

A implementação de uma política urbana hoje não pode ignorar a questão ambiental, sobretudo nas cidades de grande porte, onde adquirem maior dimensão os problemas relativos ao meio ambiente, como, por exemplo: poluição do ar, da água, sonora, visual, lixo, ausência de áreas verde. (MEDAUAR, 2002). Emerge, assim, a necessidade de convergência e integração das políticas públicas setoriais, através da gestão ambiental urbana, isto é, do conjunto de atividades e responsabilidades voltadas para uma série de intervenções sociais com vistas ao manejo adequado do uso do solo e dos recursos naturais e humanos, para construção da qualidade de vida urbana. Em outras palavras, para buscar a sustentabilidade das cidades. (PINTO, 2004).

De outro, até mais crítico do ponto de vista da sustentabilidade não só ambiental, mas também da própria cidade é a taxa de consumo de água versus a oferta. Problemas deste tipo aconteceu recentemente no Sistema Cantareira em São Paulo, como exemplo. É um local, onde a crescente urbanização e a alta taxa de população em um território foi superior a àquela oferta de abastecimento de água para a população. Outros fatores, como a má qualidade das águas dos rios por falta de tratamento de esgoto doméstico, desmatamento e ocupação em áreas de mananciais, falta de planejamento para a construção de novos reservatórios, falta de investimentos para a redução de perdas e falta de coordenação institucional, são apresentados também como causadores da crise hídrica (CAPOBIANCO; JACOBI, 2014). A criação das áreas de mananciais, criadas justamente para evitar a degradação da água, com finalidade para o abastecimento público está associada às políticas habitacionais adotadas nas últimas décadas, causando migrações da população socioeconomicamente vulnerável e tornando essas áreas em regiões periféricas (SANTORO *et al.*, 2009; MARICATO *et al.*, 2010).

No Distrito Federal e seus arredores a situação não foi diferente. O processo de urbanização foi intenso, maior do que o previsto e a expansão territorial se deu de forma rápida e desordenada (PAVIANI, 2003). Além disso, outros problemas surgiram, com proporções e rumos impensados: degradação ambiental, segregação social, pobreza, déficit habitacional, falta de infraestrutura urbana e desemprego, assim como nas outras grandes

idades brasileiras (PELUSO *et al.*, 2006). Observa-se, que um conjunto de fatores é responsável pela degradação ambiental no Distrito Federal e ameaça aos recursos hídricos é a face mais visível da contradição entre a ocupação humana e a preservação da natureza (WASHINGTON, 2007). Dessa maneira, justamente a abundância de água, tão mencionada na escolha de Brasília e que garantia o abastecimento por um longo período de tempo, corre os riscos mais sérios de escassez hídrica (PELUSO *et al.*, 2006).

O Distrito Federal é uma área que possui diversos cursos de águas como o Bananal, Riacho Fundo, Ribeirão do Gama e Santa Maria/Torto que contribui como fluxos de entradas para o Lago Paranoá (MENEZES, 2010). O DF também congrega regiões de cabeceiras de três importantes bacias como a do rio Descoberto, do rio Corumbá e do rio São Marcos (CARVALHO, 2011). Estas características colocam o DF em situação crítica em relação à questão hídrica e é uma das grandes preocupações frente à crescente urbanização e o consequente aumento da necessidade de abastecimento. A preocupação principal das companhias de abastecimento é encontrar alternativas para aumentar a captação de água, reduzir as perdas no sistema e a conscientização da população em relação ao uso sustentável de água (CAESB, 2015).

A ocupação do território gera impactos diretos, como resultado deste crescimento desenfreado das cidades é refletido nos sérios impactos ambientais como erosões do solo, enchentes, desmatamentos e poluição dos mananciais e do ar (LOPES *et al.*, 2008). O trabalho tem como objeto avaliar o impacto indireto da ocupação desse território, ou seja, o crescimento de urbanização gera um impacto na Bacia de abastecimento que precisa suprir a demanda de consumo hídrico para atender aquela estrutura, que irá demandar x consumo de água, dependendo da finalidade da construção, como as áreas residenciais, o comércio ou a indústria. Pretende-se, então, avaliar a partir da classificação da UST a variação do consumo médio (em m³) para cada tipo de padrão urbano e o impacto indireto que essas estruturas detêm pelo abastecimento hídrico através da ocupação desse território. Esse impacto indireto refere-se, portanto, na quantidade e qualidade de água na bacia hidrográfica que os abastecem, pois a continuidade desse crescimento urbano irá demandar cada vez mais um uso elevado e uma demanda de água para ser retirada, a fim de atender essa população.

Esse é o contexto do trabalho, tentar analisar por meio do conceito dos tipos de estruturas urbanas (UST) que em síntese, trata-se do estudo da forma das cidades, sob aspectos visuais e estruturais, procurando explorar e sistematizar a cidade enquanto objeto concreto através da identificação das possibilidades existentes ou que poderiam ocorrer, assim como sua evolução física ao longo do tempo (KRUGER, 1996). É fundamental, ter métodos e

ferramentas para um planejamento urbano mais sustentável, pois uma cidade que cresce desenfreadamente, sem atenção a sua vegetação envolta, o tipo de solo, as características topográficas, dificulta o desenvolvimento de políticas públicas que garantem o bem estar dessas pessoas e que promovem a proteção para o meio ambiente, principalmente, no que tange a segurança hídrica para o abastecimento para as populações.

“Padrão de consumo de água e modelos de urbanização A relação entre a tipologia urbana ou o modelo de urbanização com um maior ou menor padrão de consumo de água não é tão incomum. Estudo sobre o consumo de água na Comunidade Valenciana na Espanha, conduzido por pesquisador da Universidade de Alicante, constatou que os modelos de urbanização difusa, com predomínio de residências unifamiliares com jardim e piscina favorecem a elevação do consumo de água e a redução do rendimento técnico em comparação com áreas urbanas contínuas de alta densidade, com predomínio de residências multifamiliares (AMORÓS, 2007). O mesmo estudo verificou que o consumo médio per capita, considerando três a quatro membros na unidade familiar, é de 140 a 180 litros/habitante/dia em residências multifamiliares, constituídas por blocos de apartamentos contra 300 litros/residência/dia em residências unifamiliares com jardim e piscina (BRANDÃO *et al.*, 2015, p.17).”

Assim, o fator “tipologia habitacional” ajudaria a explicar mais o padrão de consumo e não apenas as variações na renda.

1.1 Área de estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo, com 228,32km², localizada na Unidade Hidrográfica do Lago Paranoá. Como uma das cinco unidades hidrográficas que compõem a Bacia do Rio Paranoá, esta sub-bacia corresponde à aproximadamente 22% da área total sendo uma das mais urbanizadas (SOTERO, 2014). A área localiza-se na Região Centro-Oeste inserindo-se integralmente no Distrito Federal. Sob o ponto de vista político-administrativo a área distribui-se pelas seguintes Regiões Administrativas: Parcialmente inseridas: Brasília, Taguatinga, Gama, Recanto das Emas, Samambaia e Lago Sul e totalmente inseridas: Núcleo Bandeirante, Guará, Candangolândia, Riacho Fundo I e II, Park Way, SIA, Estrutural-SCIA e Vicente Pires (Figura 2).

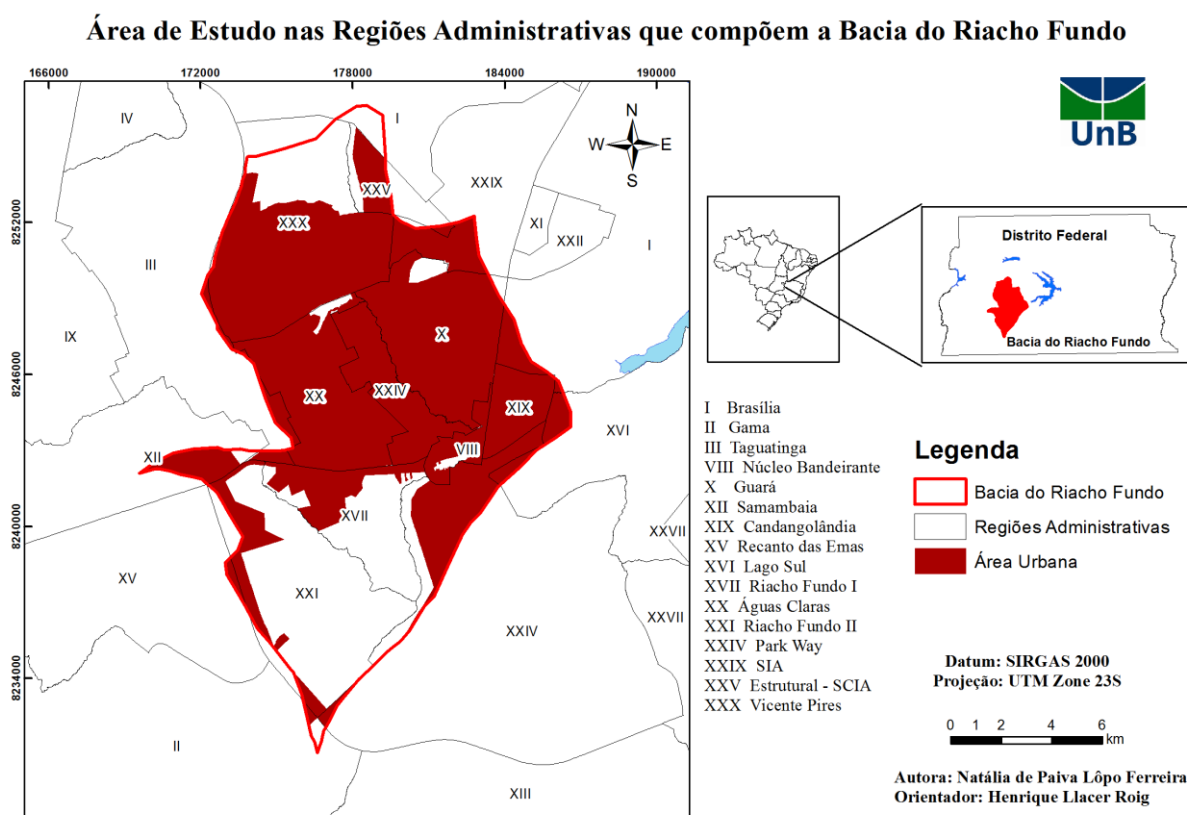


Figura 2 - Localização da área de estudo.

A Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo foi escolhida para a realização desse trabalho por ser uma área em intenso processo de urbanização e que apresenta uma grande diversidade do tecido urbano. A expansão urbana está ocorrendo inclusive em áreas anteriormente utilizadas para a agricultura, diminuindo a permeabilidade do solo, ocupando áreas de nascentes, desmatando áreas verdes, assim, agravando a pressão sobre os recursos hídricos.

Ademais, essa bacia é um recorte espacial muito heterogêneo, constituído por uma variedade de tipos de construção, usos e características socioeconômicas. Possui num mesmo recorte construções de altíssimo padrão, casas grandes em terrenos de 1.000 a 2.000m² com grandes quintais, piscina, e, as vezes, até mesmo quadra de esporte, mas também é composta por assentamentos de lotes bem pequenos, menores que 150m², densamente ocupados (BANZHAF & HESE, 2010). Segundo estimativas, a renda média mensal por domicílio varia de 2,32 salários mínimos na Estrutural até 34,77 salários mínimos no Lago Sul (BANZHAF & HESE, 2010). Essa variedade é fator essencial para análise da viabilidade do uso do

conceito UST como indicador de vulnerabilidade territorial para a gestão intraurbana (SOTERO, 2014).

A intensa intervenção antrópica que tem influenciado sobremaneira o balanço hídrico na unidade hidrográfica, agrava o assoreamento do Lago Paranoá e gera impactos na qualidade e quantidade de água disponível na região. As alterações na dinâmica natural da área de estudo são causadas, principalmente, pelo aumento das condições de escoamento superficial que desencadeiam os processos de erosão dos solos e transporte de sedimentos (MENEZES, ROIG, *et al.*, 2012).

Em 1954, a bacia era coberta essencialmente por cerrado, campo e mata de galeria (MENEZES, 2010), a ocupação deu-se efetivamente após a inauguração de Brasília, em 1964. A urbanização foi aumentando paulatinamente no decorrer dos anos devido ao estabelecimento e crescimento demográfico da própria capital federal e ao incentivo público a migração e ocupação da região. A partir da década de 1990, ocorreu uma intensificação nesse processo de urbanização da Bacia do Riacho Fundo, atingido a taxa de ocupação urbana de 22,8% em 1994 e 56,2% em 2009 (MENEZES, ROIG, *et al.*, 2012) como pode ser observado na Tabela 1 (MENEZES, ROIG, *et al.*, 2012).

Tabela 1 - Área em porcentagem das classes de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica para a unidade hidrográfica do Riacho Fundo – DF. Fonte: Menezes e Roig *et al.*, 2012.

Classe	1954	1964	1973	1984	1994	1998	2009
Cerrado	37,0	32,9	29,8	25,9	11,1	3,8	4,7
Campo	46,6	51,6	46,4	28,4	19,9	15,4	9,7
Mata de Galeria	16,4	11,5	10,6	10,9	12,1	9,3	7,9
Corpos d'água	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Agricultura	0,0	0,3	1,8	2,4	29,7	22,2	20,5
Solo exposto	0,0	1,7	1,8	12,2	1,7	1,2	0,9
Reflorestamento	0,0	0,0	0,0	3,6	2,6	0,0	0,2
Área urbana	0,0	2,0	9,6	16,5	22,8	48,1	56,2

Fonte: Menezes, Roig *et al.*, (2012).

As unidades hidrográficas do Lago Paranoá e Riacho Fundo apresentam as maiores taxas de substituição da cobertura natural por áreas urbanas da Bacia do Paranoá (MENEZES, ROIG, *et al.*, 2012). Em 2009, essa unidade possuía 122,4 km² de área urbana (56,2%) e 44,6 km² de área destinada à agricultura, representando o equivalente a 20,4% da área total (MENEZES, ROIG, *et al.*, 2012). Ou seja, “Aproximadamente 87% dessa unidade hidrográfica vem sendo ocupada com uso intenso do solo, seja por áreas urbanas já

consolidadas, seja por uso agrícola” (MENEZES, 2010, p. 40). O adensamento populacional e as áreas de agricultura são apontados como os principais fatores que contribuem para a escassez de água no Distrito Federal (BANZHAF & HESE, 2010).

Portanto, entender quais são as formas de evolução de uso e ocupação dessa terra, aponta que entender os tipos de estruturas urbanas podem contribuir para uma análise de quais tipos de estruturas possuem maior ou menor consumo de água, outra hora quais áreas tendem a ter risco de disponibilidade hídrica. A ocupação indevida e o desenvolvimento desordenado de atividades destinadas à geração de energia, agricultura e indústria, ocasionam perdas qualitativas e quantitativas das características e funcionalidades do corpo hídrico que concorrem com a crescente demanda por abastecimento público. Os serviços ecológicos, dentre os quais a regulação e a produção de água potável, representam preocupações mundiais. Neste contexto, ganha relevância o planejamento, o ordenamento e a proteção dos cursos de água (MENEZES, 2010). Como pode ser visto na figura 3, as unidades hidrográficas pertencentes na Bacia do Paranoá, sendo a sub-bacia do Riacho Fundo, o foco desse trabalho para o entendimento do consumo hídrico em frente a crescente urbanização nesse local.

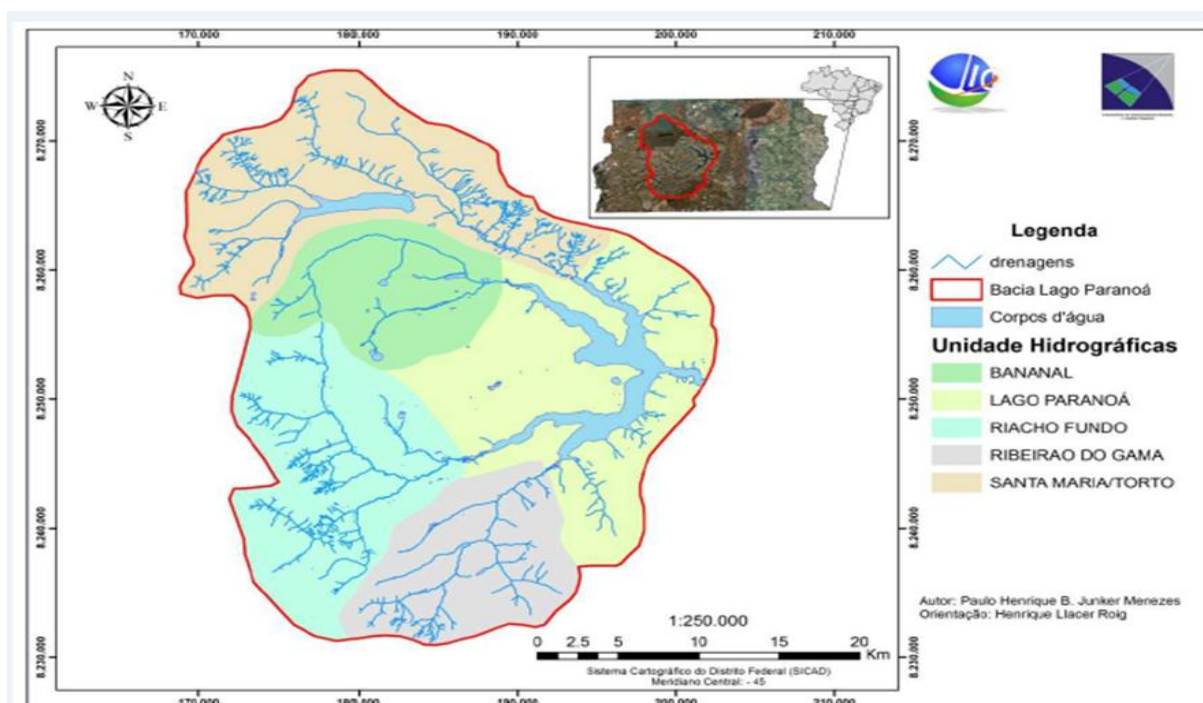


Figura 3 - Unidades Hidrográficas da Bacia do Paranoá. Fonte: Menezes, 2010.

Dessa forma, a área de estudo abrange diversas características que a torna um local de atenção aos tomadores de decisões para um manejo de território, a fim de pensar sobre os impactos que essa desenfreada ocupação no uso da terra interfere para o futuro abastecimento hídrico das populações que tendem a crescer. A atual expansão urbana não planejada, pondo em risco o ciclo hidrológico e então a Bacia Paranoá, tem diminuído a qualidade e quantidade de água para a demanda populacional.

2.Objetivos

Avaliar a relação entre o consumo hídrico humano e sua distribuição espacial, considerando os diferentes padrões de tipos de estruturas urbanas, na Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo.

2.1Objetivos Específicos:

- Aprimorar o mapeamento dos tipos de estruturas urbanas que compõem a região da área de estudo localizada na Bacia do Riacho Fundo;
- Verificar a existência de correlação entre UST e padrões de consumo de água;
- Também compreender quais tipos de estruturas urbanas mais afetam a segurança hídrica e indeferir do UST o quanto a realidade reflete os planos de gestão.

Deseja-se que, com este trabalho, poder fornecer metodologias e ferramenta de trabalho de planejamento para o crescimento urbano e a demanda de água a ele associado, a fim de se criar um desenvolvimento urbano mais sustentável.

3.Estado da arte

Para melhor entender o processo de urbanização e seus impactos ambientais, em especial aos recursos hídricos esse tópico faz uma revisão dos principais conceitos e trabalhos de referência sobre o objeto desse estudo. Saber como se deu o processo de expansão e conhecer a morfologia urbana é importante para entender a situação atual da dinâmica urbana.

Assim, serão abordados em sequências os seguintes itens, que de uma forma resumida ilustram os conceitos de: expansão e morfologia urbana no Brasil, tipos de estruturas urbanas como ferramenta para análise urbana e ambiental, planejamento de Brasília e o acelerado crescimento urbano e segurança, disponibilidade e consumo hídrico.

3.1. Expansão e morfologia urbana no Brasil

A rápida urbanização do território brasileiro não é um processo estritamente demográfico. Têm dimensões muito mais amplas, é a própria sociedade brasileira que se torna cada vez mais urbana. As cidades, além de concentrarem uma parcela crescente da população do país, convertem-se no *locus* privilegiado das atividades econômicas mais relevantes e transformam-se em difusoras dos novos padrões de relações sociais incluindo as de produção e de estilos de vida (BRITO & SOUZA, 2006).

Antes o que tínhamos era a expansão de uma malha contínua a se espraiar e estender a partir do que conhecíamos enquanto cidade sobre o espaço “natural”, hoje esta disseminação dá-se de forma difusa e segmentada sem que haja necessariamente uma continuidade e contiguidade física entre os aglomerados e emerge em diversos pontos e manchas (LIMONAD, 2005).

O atual modelo de desenvolvimento contribui para o mau uso e ocupação da terra, desmatando florestas e transformando solos em loteamentos, áreas de conservação ambiental em estradas, ocupando nascentes e desprotegendo o meio ambiente. Diante de um contexto de escassez de recursos naturais, o governo deve criar políticas para um desenvolvimento urbano mais sustentável, voltado para que o resultado da expansão e crescimento urbano considerem os recursos naturais, para que eles sejam preservados e que o aumento populacional não encontre barreiras para suprir suas necessidades básicas como o recurso da água, que está

sendo intensamente desgastado diante dos atuais modelos de desenvolvimento não sustentável (SILVA, *et al.*, 2008).

“A dualidade verificada nos processos socioespaciais de construção da metrópole contemporânea manifesta-se no reconhecimento de uma cidade "formal" assumida pelo poder público, onde se concentram os investimentos urbanos de todo tipo, e de outra construída à sua margem, que tem no conceito cidade informal a expressão mais abrangente para designá-la, pois associa o fenômeno da expansão urbana ilegal ao da exclusão social. A "cidade informal" é uma realidade de longa data nas cidades brasileiras, especialmente nas metrópoles que tiveram seu crescimento acelerado, a partir dos anos 40 e 50, associado ao processo de industrialização, como São Paulo e Rio de Janeiro. Entretanto, metrópoles com crescimento mais recente como Belém, Brasília, Natal e Campinas também apresentam padrão semelhante. Nele está implícito o pressuposto de que o acesso à cidade se dá de modo diferenciado e que é sempre socialmente determinado, compreendendo o conjunto das formas assumidas pelos assentamentos ilegais: loteamentos clandestinos/irregulares, favelas e cortiços (GROSTEIN, 2001, p.2).”

Albano (2013), informa que o planejamento ambiental é o elemento básico para o desenvolvimento econômico e social voltado à melhor utilização e gestão de uma unidade territorial, cujas fases de inventário e de diagnóstico tornam-se caminho para a compreensão das potencialidades e das fragilidades da área. O equilíbrio ambiental está diretamente relacionado à qualidade de vida, e, buscando tal equilíbrio, o planejamento urbano é necessário, com revisão de seus conceitos, com inclusão real da questão ambiental, por meio de um planejamento considerado ambiental (CANEPA, 2007).

A origem dos problemas ambientais urbanos devem ser diferenciados para se evitar problemas e responsabilidades e mesmo a generalização de soluções (DIAS, 2005). Para a implantação de novas áreas devem ser realizados estudos de impactos ambientais, a fim de se construir um diagnóstico da área de influência (físico, biótico e socioeconômico), para que as dimensões ambientais possam ser analisadas e depois melhor fiscalizadas e preservadas, junto com a participação da população (NOGUEIRA *et al.*, 2013). Dessa forma, a questão ambiental inserida dentro de políticas de governo, estará próximo da meta de um desenvolvimento sustentável e urbano.

A ação de construir ou planejar uma cidade não é uma tarefa simples, abrange vários elementos que requer investimentos públicos e privados, por meio de projetos e programas. Precisa-se basear numa distribuição justa de territórios para suas diversas finalidades, estudos de recursos naturais e o enquadramento habitacional das pessoas.

3.2. Tipos de Estruturas Urbanas como ferramenta para análise urbana e ambiental

Antes de definir e explicar o que é a UST (tipos de estruturas urbanas) é possível perceber, por meio das reflexões de Sérgio Jatobá, gerente de Estudos Urbanos da DEURA (GEURB/DEURA/CODEPLAN), o quanto há para explorar sobre a temática consumo de água e padrões de urbanização, por meio deste texto:

“(...)No caso do DF, entre as RAs que apresentam maior consumo de água per capita, Lago Sul, Park Way e Lago Norte se inserem em um modelo de urbanização difusa ou dispersa. Esse tipo de urbanização se caracteriza por lotes unifamiliares de grandes dimensões, baixa densidade habitacional e a presença de piscinas e grandes áreas ajardinadas, fatores que no DF, considerando a longa estação seca, agravam ainda mais a demanda hídrica. Nessas localidades, a alta renda combinada com o padrão disperso da ocupação potencializa um alto consumo per capita. No entanto, nas RAs de Sudoeste/Octogonal e Plano Piloto, com padrão de ocupação multifamiliar, o consumo também é alto. Nesse caso, a renda, provavelmente, é um fator com maior peso do que o modelo de urbanização que é mais compacto. Nas RAs de menor consumo per capita, como Paranoá e Itapoã, o modelo de urbanização, em geral, é de lotes unifamiliares com dimensão reduzida e pouco ou nenhuma área jardinada. Apesar do padrão tipológico predominante ser de casas e não de apartamentos, a densidade não é baixa. Nesse caso, o baixo consumo per capita relaciona-se com a renda menor, o que impõe hábitos de consumo mais modestos e menos posse de bens, sendo o modelo habitacional um item que soma-se aos demais para definição desse padrão de consumo de água (BRANDÃO *et al.*, 2015, p.18).”

As áreas urbanas crescem constantemente e partes delas mudam de forma, funcionalidade, estrutura demográfica e são danificados por naturais desastres ou impactos humanos como guerras e reconstrução (SCHMULLIUS *et al.*, 2012). Portanto, existe uma necessidade de informação urbana para o planejamento e desenvolvimento sustentável, para a tomada de decisão política, a monitorização das mudanças nos ecossistemas ou gestão de desastres. De acordo com Di Gregorio (2005), o uso da terra é caracterizado pelo regime, atividades e insumos que as pessoas comprometem-se em um determinado tipo de cobertura do solo para produzir a mudança ou mantê-lo. O processo de urbanização é inevitável, mas a consciência para lidar com, planejar e gerenciar o crescimento urbano sustentável, cuidadoso e ecológico deve ser pautada para o futuro.

Para entender o processo de urbanização e apoiar o planejamento urbano eficaz, tem se destacado o emprego do conceito de tipos de estruturas urbanas (UST) em detrimento do mapeamento urbano clássico no processo de gestão das áreas urbanas (Banzhaf *et al.*, 2009; Moon *et al.*, 2009; Krellemborg *et al.*, 2011; Heiden *et al.*, 2012; Höfer, 2013; Sotero, 2014;

Höfer *et al.*, 2015). (Figura 4). Esta abordagem delinea o sistema urbano em configurações distintas de áreas construídas, espaços abertos impermeáveis, espaços verdes urbanos e a infraestrutura. O princípio da UST foi introduzido na década de noventa na Alemanha. (MUELLER *et al.*, 2012). As USTs são caracterizadas por um número de características que descreve a sua propriedades físicas (por exemplo, materiais de superfície), o seu ambiente características (por exemplo, clima, hidrologia) e propriedades funcionais (por exemplo, o uso da terra) (PAULEIT & DUHME, 2000).

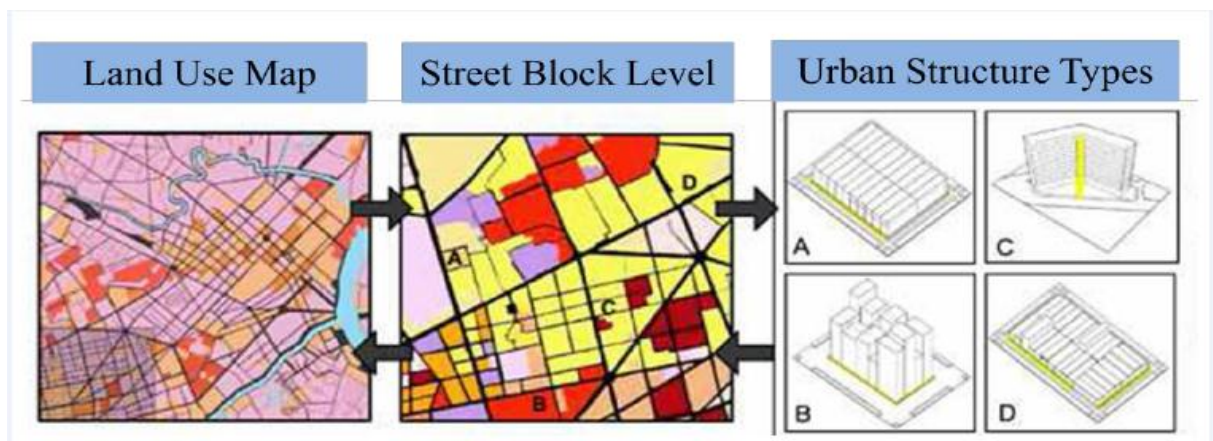


Figura 4 - Representação do mapeamento tradicional, nível de blocos e UST. Fonte: Adaptado de Moon *et al* (2009).

O mapeamento UST ainda se baseia, principalmente, em interpretação visual de fotografias aéreas e mapas e é um processo muito demorado. (LONGLEY *et al.*, 2010). A tipologia das estruturas urbanas podem ser construídos sob consideração de critérios diferentes. De acordo com o esquema de classificação de Meinel *et al.* (2008), dez tipos de estruturas urbanas podem ser distinguida (Figura. 5).

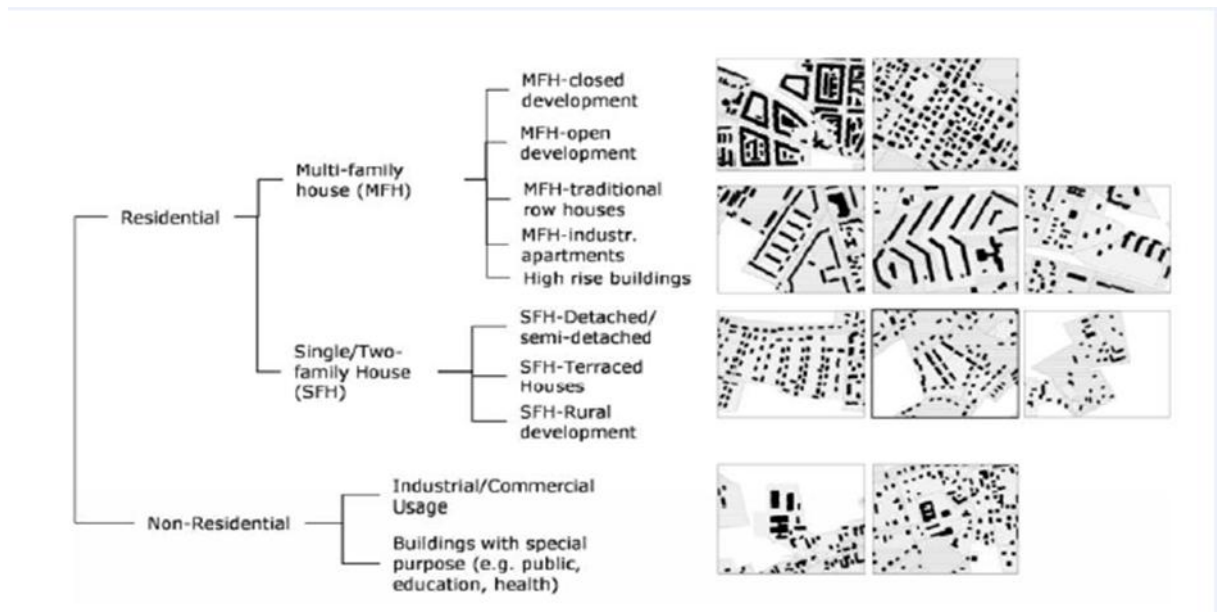


Figura 5 - Tipologia de edifícios após Meinel et al. (2009).

No Brasil, o mapeamento UST ainda é pouco utilizado. Existem dois trabalhos com essa abordagem que foram realizados no Distrito Federal. Höfer (2013) utilizou os tipos de estruturas urbanas na região administrativa de Planaltina-DF para identificar fontes de contaminação de águas superficiais e Sotero (2014) realizou a identificação das UST para a bacia hidrográfica do Riacho Fundo (Distrito Federal) com o objetivo de correlacionar os tipos de estruturas urbanas com o consumo de água da região e dados socioeconômicos.

O desafio é enorme para a construção de uma cidade sustentável. É preciso que o crescimento urbano leva em conta aspectos ambientais e sociais, além de ações que visem a minimização de impactos sobre os mananciais de abastecimento com foco nas áreas densamente urbanizadas, promovam a articulação institucional entre os gestores das águas e aprimorem a gestão ambiental urbana (MMA,2016). Isso é fundamental, pois as cidades recebem mais moradores, ou seja, as pessoas vão habitar as cidades e deixar o meio rural e além disso, a taxa de natalidade irá crescer mais neste século, dessa forma as cidades devem procurar buscar o desenvolvimento sustentável com atenção ao uso dos recursos hídricos e o impacto para o abastecimento público.

3.3. Planejamento de Brasília e o acelerado crescimento urbano

A história da nova capital do país foi decorrente de três processos, o primeiro, pela escolha do local para o Centro do Brasil, que foi um fator muito importante para que as pessoas ocupassem o interior do país, deixando assim as cidades litorâneas menos concentradas. O segundo motivo, pelo o urbanismo modernista e inovador na qual o Plano Piloto foi planejado e o terceiro, refere-se aos processos históricos econômicos e sociais de que a transferência da nova capital para o interior do Brasil decorreria, pois era um momento de grande desenvolvimento no Brasil e novas tecnologias (SWASBERG, 1999).

A capital do Brasil foi planejada e resultou de diversas pesquisas para a escolha ideal do novo local, levando em conta a geologia, o clima, os recursos naturais e a topografia. Brasília foi projetada para ser um espaço ordenado, proporcionar qualidade de vida aos habitantes e locais para recreação. Duas propostas foram influências para a organização de Brasília: as cidades-satélites e as cidades-jardins. A primeira foi apresentada por G. R. Taylor e a segunda por E. Howard, ambas formuladas em fins do século XIX e princípios do século XX (PELUSO *et al.*, 2006). Segundo a concepção dos autores, essas cidades apesar de dependentes de cidades maiores, não seriam apenas núcleos dormitórios, mas possuiriam centro econômicos, com indústrias e serviços. Seriam cidades com população menores que 150.000 habitantes. Teriam jardins e moradias próximas aos locais de trabalho. Pretendia-se construir uma cidade ideal, sem injustiça social por intermédio das formas urbanas. As margens do lago Paranoá foram projetadas como lugar de recreação para toda a cidade, com áreas gramadas e bosques. Apenas clubes, restaurantes, quadras de esporte e lugares de passeio margeariam as águas e os setores residenciais deveriam manter-se afastados (PELUSO *et al.*, 2006).

Os trabalhadores que construíram Brasília tinham suas moradias oferecidas pelas empresas construtoras e as populações não contempladas pelas ações públicas ou privadas localizavam-se em invasões. Eles pressionaram os políticos e o Presidente Juscelino Kubitschek para se tornarem proprietários dos lotes que moravam e a resposta do governo foi a construção de cidades-satélites, distantes e desequipadas. As invasões de baixa renda são outro aspecto da organização territorial do Distrito Federal e ocorriam em loteamentos irregulares. (FARRET, 1985). Alguns assentamentos atingiram um tamanho tão grande que se tornou extremamente problemático desalojar os moradores e encaminhá-los a lugares

urbanizados e legais. Assim, a criação de novos núcleos urbanos, os loteamentos irregulares, invasões e a disseminação de invasões alteraram a organização espacial do Distrito Federal.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Brasília cresceu em ritmo duas vezes maior ao das demais cidades brasileiras e de mesmo porte no último ano e entre as capitais, é o quarto município mais populoso, com 2,85 milhões de habitantes – somas as populações das regiões administrativas (anteriormente denominadas cidades satélites). O crescimento da área urbana e a ocupação irregular também gera desafios para o abastecimento. Verificam-se graves conflitos ambientais na ocupação do solo e no uso dos recursos hídricos, problemas que já assumem proporções preocupantes, exigindo soluções de curto e médio prazos (RIBAS, 2013). Portanto, a região escolhida para o presente trabalho refere-se a bacia do Riacho Fundo que é uma área densamente ocupada do Distrito Federal onde localiza-se loteamentos clandestinos que ocupam no local e diferentes estruturas urbanas e socioeconômicas.

O crescimento populacional e a expansão urbana sem planejamento é um fator de impacto sobre os recursos naturais, principalmente sobre a água e o solo (PENNA, 2003). Vários são os fatores que resulta em uma degradação ambiental, como a erosão, assoreamento e poluição dos mananciais e reservatórios, que afeta também a qualidade e a quantidade de água para a população. A retirada vegetal e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica, podem acarretar uma série de consequências no ciclo hidrológico da bacia (TUCCI, 2008).

ASSEL e CLDF (1999) constataram que a conservação dos mananciais hídricos das bacias do Lago Paranoá está comprometida pelo mau uso do solo. Isso é decorrência da ocupação do solo por meio de surgimento de assentamento, loteamentos e de condomínios que chegam a ocupar, muitas vezes, até áreas de conservação e áreas rurais, resultado de nenhum planejamento prévio. Dessa forma, preservar o Lago é uma tarefa essencial onde os setores responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos e os órgãos gestores/fiscalizadores devem estar atentos aos impactos antrópicos ao longo das margens do Lago e fazer constante pesquisa para a manutenção da qualidade do ambiente e do recurso hídrico no local, a fim de que se evita o esgotamento e geração dos processos erosivos que acarretam a deposição de sedimentos e poluentes (MENEZES, 2010).

3.4. Segurança, disponibilidade e consumo hídrico

O Brasil é privilegiado na disponibilidade de recursos hídricos. O país conta com 12% de toda a água doce do planeta. Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. A água não chega para todos na mesma quantidade e regularidade. As características geográficas de cada região e mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição e também o uso indiscriminado tanto dos mananciais superficiais quanto dos subterrâneos (MMA,2016). Além disso, segundo o Professor Saleti da Fundação Brasileira, as mudanças climáticas ainda podem potencializar eventos hidrológicos críticos, como chuvas mais intensas em determinadas regiões e secas mais prolongadas em áreas que já possuem uma escassez hídrica.

Segundo o IPEA (2006) as cidades brasileiras cuja população mais cresce são as do Centro-Oeste, mas que isso não garante melhora na renda nem na qualidade de vida dos habitantes. A questão dos recursos hídricos não é apenas uma questão ambiental, *stricto sensu*, ou um problema para a concessionária de abastecimento, mas tem uma posição estratégica nos planos de desenvolvimento para Brasília, mesmo mantendo-se as projeções atuais de expansão populacional e ainda mais se apostarmos em uma maior diversificação das atividades produtivas (CODEPLAN, 2015). A previsão é que a situação do DF se agravará, com um crescimento, dos atuais 2,9 milhões de cidadãos urbanos para algo entorno de 3,3 milhões em 2025 (LORZ *et al.*, 2011).

Atualmente, a Caesb (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal) atende 2,59 milhões de pessoas com serviços de abastecimento de água e 2,45 milhões com serviços de esgotamento sanitário, o que corresponde, respectivamente, a 98% e 82% da população regularmente instalada no Distrito Federal (tabela 2).

Tabela 2- Números dos Sistemas de Abastecimento de Água no DF.

Números dos Sistemas de Abastecimento de Água	
Sistemas Produtores:	5
Capacidade de Produção:	9.506,1 l/s
Redes de Distribuição/Adutora:	8.377 Km
Captação Superficial (Mananciais):	24
Captações Subterrâneas:	114
Adutoras (Água Bruta):	60
Adutoras (Água Tratada):	128
Elevatórias de Água Bruta:	12

Elevatórias de Água Tratada:	45
Poços em Operação:	114
Estações de Tratamento de Água (ETAs):	9
Unidades de Tratamento Simplificado:	17
Cloração de Poços:	39
Reservatórios:	39 apoiados +
	90 elevados +
	1 de equalização =
	Total 130
Ligações:	583.701 ligações ativas
Economias Ativas:	944,033
Índice de Atendimento à População:	98,04%

Fonte: Caesb, 2016.

Para o suprimento de água à população do Distrito Federal, a Caesb conta, atualmente, com cinco sistemas produtores (Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho-Planaltina, Brazlândia e São Sebastião). Atualmente, estão em operação 392 unidades destinadas à produção de água, dentre as quais se encontram instalações de captações (superficiais e subterrâneas), estações elevatórias (de água bruta e tratada), reservatórios (apoiados e elevados), unidades de tratamento (estações de tratamento de água, unidades de cloração de poços e unidades de tratamento simplificado) e dois Centros de Controle Operacional do Sistema Produtor de Água – COS/Cecop, além de 188 adutoras (de água bruta e tratada) (BRANDÃO *et al.*, 2015).

Segundo a Caesb, a capacidade de abastecimento é atenuada. Esta situação tende a se agravar pois a maioria da população reside em áreas urbanas, além disso o aumento populacional e a acelerada taxa de urbanização desenfreada fará maior pressão sobre os recursos hídricos principalmente se levarmos em consideração a utilização das águas do lago Paranoá e do reservatório de Corumbá IV. Este último sofrendo forte pressão das cidades do entorno do DF.

No relatório síntese do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal 2012 - PGIRH/DF (ADASA/DF, 2013, p. 33), os principais conflitos entre os usos na região do Distrito Federal se referem ao uso residencial e à irrigação. Considera-se conflito quando as demandas, tanto da irrigação quanto do uso residencial ultrapassam os limites de outorga nas mesmas unidades hidrográficas, em um determinado mês. No Distrito Federal, o consumo para abastecimento urbano é o mais representativo com 80% do total das

vazões consumidas médias das captações superficiais e subterrâneas, seguido do consumo pela irrigação (16,2%), animal (2,0%) e rural (1,5%) (BRANDÃO *et al.*, 2015).

As informações sobre consumo expressas no Relatório do Ministério das Cidades referentes a 2013 (MCIDADES, 2014), em especial, o desempenho das unidades da Federação quanto ao consumo médio per capita de água. Neste, o Distrito Federal aparece com um consumo de 189,9 litros por habitante/dia, bem maior que a média nacional e só ficando abaixo do Espírito Santo, com 191,1, Amapá, 194,9 litros, Maranhão, 230,8 litros e Rio de Janeiro, que atinge 253,1 litros por habitante/dia (CODEPLAN, 2015).

Um cenário ideal seria aquele em que houvesse uma radical alteração nos padrões de demanda doméstica e das atividades urbanas, com seus habitantes dispondo de forte consciência ambiental, as residências dispondo de tecnologias de reuso e as empresas fortemente engajadas na adoção de padrões de consumo eficiente. (BRANDÃO *et al.*, 2015).

Em Brasília, a questão não está apenas na média de consumo elevada mas nas disparidades de consumo entre as faixas de renda mais ricas e mais pobres, e tal fenômeno pode ser observado na assimetria de consumo entre as diversas Regiões Administrativas. Pesquisas como as séries PDAD (CODEPLAN/PDAD, 2013) já vem demonstrando há algum tempo que as principais marcas da cidade são a riqueza e a desigualdade entre níveis de renda e regiões. Brasília apresenta o melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) entre os estados brasileiros e o único considerado muito alto. Em 2010 foi de 0,824 enquanto o Brasil ficou com 0,727 (IPEA/PNUD/FJP, 2013, pág. 45).

“Haveria alguma especificidade nos padrões de densidade demográfica, prédios de apartamento ou padrão construtivo entre as RAs de maior e menor consumo de água que ajudasse a explicar as diferenças de consumo, ou é apenas a renda? O tipo de urbanização com aglomerações esparsas, com baixa densidade e vazios urbanos, ou seja, o padrão americano de suburbanização já foi severamente criticado pela sua insustentabilidade (MACEDO, 2012). Além das dificuldades na provisão de infraestrutura e na pressão sobre os recursos hídricos subterrâneos, não haveria também aí um padrão que determinasse um maior consumo de água, pelo menos nas habitações unifamiliares de alta renda? (BRANDÃO *et al.*, 2015, p.18).”

Para o desenvolvimento de cidades, a disponibilidade de água, em qualidade e quantidade é um dos principais fatores para o seu desempenho, levando em consideração as bacias que contêm mananciais de abastecimento e que devem receber tratamento diferenciado, pois a qualidade da água bruta depende da forma pela qual os demais trechos da bacia são manejados. (MMA, 2016). Para a manutenção sustentável do recurso água, é

necessário o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento adequando o planejamento urbano ao curso natural do sistema hídrico (MMA, 2016).

Para tanto, um conceito mundialmente conhecido e debatido refere-se a segurança hídrica que é definida como a capacidade de uma população ter acesso sustentável de quantidades e de qualidade aceitável de água para sustentar a vida, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, para a proteção contra a poluição transmitidas pela água e os desastres relacionados com a água, e para a preservação dos ecossistemas num clima de paz e estabilidade política (UN-Water, 2013).

Outro conceito, segundo Amec Foster Wheele sobre a segurança hídrica é alcançada quando a oferta e a demanda estão equilibradas. No entanto, a demanda mundial de água doce está a aumentar e a disponibilidade deste recurso é cada vez mais variável. Um déficit de abastecimento terá impacto em todas as escalas da sociedade e da economia (figura 6).

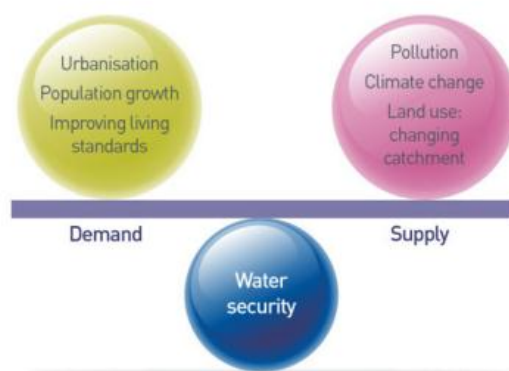
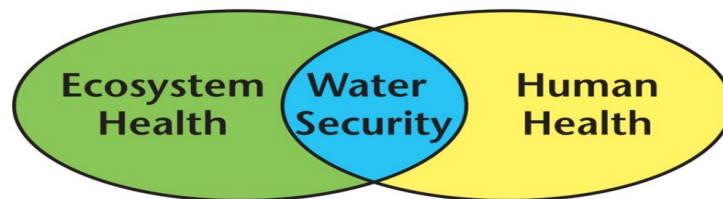


Figura 6 - Relação entre oferta e demanda para o alcance da segurança hídrica. Fonte: Amec.

Também, outro conceito de segurança hídrica defendido em 2009, pelo o Fórum Econômico Mundial descreveu a segurança da água como a teia de aranha que liga a rede de alimentos, energia, clima, o crescimento econômico e os desafios de segurança humana que a economia mundial enfrenta ao longo das próximas duas décadas (WORLD ECONOMIC FORUM, 2009). Figura 7. Eles também descrevem que é

“O acesso sustentável em uma base de bacias hidrográficas a quantidades adequadas de água, de qualidade aceitável, para garantir a saúde humana e dos ecossistemas. Esta definição define requisitos básicos para a gestão de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica em uma base contínua, deve haver acesso a quantidades adequadas de qualidade aceitável de água para os seres humanos e o meio ambiente. Segurança da água é uma estrutura conceitual abrangente que articula a conveniência de equilibrar concorrentes práticas de terra e água de uso. É preciso um amplo olhar para todas as demandas colocadas sobre um divisor de águas, incluindo a qualidade, quantidade (incluindo as alterações climáticas e de alocação), aquático saúde dos ecossistemas, a saúde humana, risco e governança adaptativa. Segurança da água exige uma maior prioridade para a água. Como tal, é um conceito amplo de gestão integrada da água que equilibra a proteção dos recursos e utilização dos recursos. É importante para medir a segurança da água, porque esta abordagem examina a bacia hidrográfica como um todo. Definir uma meta de segurança da água pode permitir que os tomadores de decisão para avaliar a eficácia e mediar entre as demandas conflitantes pelo uso da água e minimizar os impactos potencialmente adversos de práticas de administração de terras e água.”

Defining Water Security



Water Security :

« sustainable access on a watershed basis to adequate quantities of water, of acceptable quality, to ensure human and ecosystem health. »

Figura 7 - Definição de Water Security. Fonte: World Economic Forum, 2009.

4. Material e Métodos

4.1 Etapas e Procedimentos

O trabalho foi desenvolvido, a maior parte, no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Análise Espacial (LSRAE), do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UNB). O estudo foi realizado em quatro estágios (figura 8): i) Organização da base de dados, ii) Geração do mapa UST (Etapa II.1 - Definição da chave de Classificação, Etapa II.2 - Desenvolvimento do mapeamento UST na Bacia do Riacho Fundo, II.3 – Validação do mapa - Matriz de confusão (ou matriz de erro), Índice de Kappa e saída de campo), iii) Etapa III – Processamento dos dados de consumo e iv) Etapa IV - Correlação entre as categorias UST e os dados de consumo.

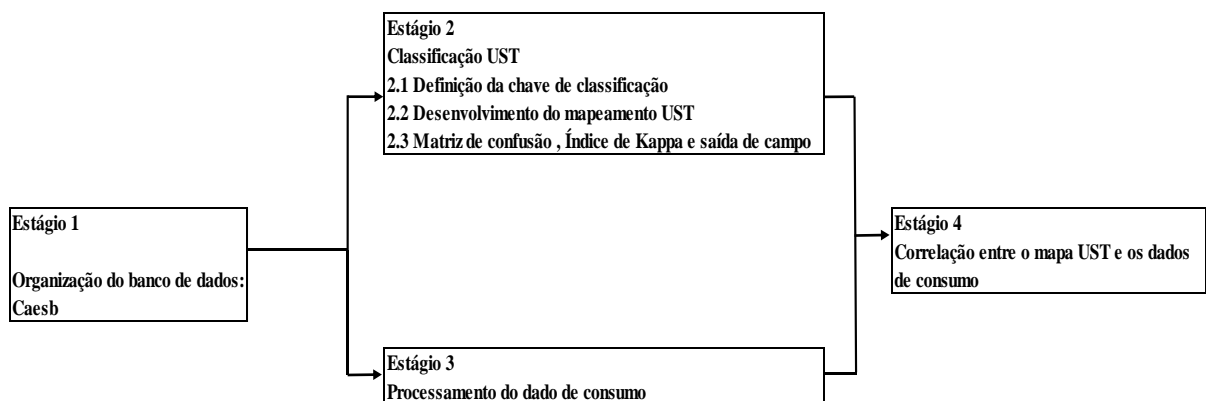


Figura 8 - Etapas e procedimentos

Etapa 1- Levantamento e organização da base de dados:

A base de dados utilizadas neste estudo ou foram disponibilizadas oficialmente pelos órgãos competentes ou são de domínio público. A tabela 3 apresenta uma síntese dos dados utilizados.

Tabela 3 - Síntese da base de dados utilizados

Tema	Fonte	Formato	Características
Mosaico Ortofoto	TERRACAP	GeoTif	RGB. Pixel =1m
Consumo de água	CAESB	Shapefile, Excel	Média mensal
Quadras	SEGETH-DF	Shapefile	
Sistema Viário	SEGETH-DF	Shapefile	
Dados de corredores ecológicos	SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente)	Shapefile	

A base de dados de consumo média anual no ano de 2009 em m³ foram obtidos pela Companhia de Saneamento Básico do Distrito Federal, a Caesb.

Etapa II – Geração do Mapa de UST:

Esta etapa teve os seguintes procedimentos: a definição da chave de classificação, o desenvolvimento do mapeamento UST na Bacia do Riacho Fundo e a validação do mapa - Matriz de confusão (ou matriz de erro), Índice de Kappa e saída de campo.

Etapa II.1 - Definição da chave de Classificação:

Baseado na chave já existente (RENE,2013, SOTERO, 2014, REQUIA JUNIOR *et al.*, 2015) foram realizadas reuniões com a coordenação do SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente), com vista ao detalhamento e aperfeiçoamento da chave de classificação das USTs no âmbito da tese de doutorado da Kássia Castro, a fim de ser um trabalho útil, revisado e aprimorado com finalidade de utilização para a gestão de planejamento urbano e o meio ambiente no Distrito Federal (DF).

Etapa II.2 - Desenvolvimento do mapeamento UST na Bacia do Riacho Fundo:

O trabalho foi desenvolvido, a maior parte, no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Análise Espacial (LSRAE), do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UNB).

O mapa de tipos de estruturas urbanas (UST) foi elaborado para o ano de 2009 e para facilitar seu desenvolvimento foi realizado por RA, contemplando todas aquelas presentes na bacia de estudo. As regiões administrativas são: Águas Claras, Candangolândia, Guará I e II, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo I e II, Setor de Indústria e Abastecimento (SIA) e Vicente Pires. Para a realização do mapa foi gerada uma base poligonal por meio da edição dos dados de acordo com cada área limite geográfica que correspondia determinado tipo de estrutura urbana e as características dessas áreas. Essas áreas demarcadas, então, foram depois classificadas de acordo com a legenda UST que ela correspondia.

A classificação foi feita visual e manualmente, por meio de ortofotos do ano de 2009, disponibilizadas para uso *online* pela Codeplan. Para auxiliar na classificação foram utilizados os *softwares Google Earth e Street View* para a melhor visualização da área a ser mapeada. Além disso, foram utilizados dados secundários para dar suporte à classificação UST, como os dados de corredores ecológicos, para identificar os locais de unidades de conservação obtidas pela SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente) e os próprios pontos de consumo de água que caracterizavam se o ponto era comercial, residencial, público ou industrial.

Após o trabalho de edição de tabelas, polígonos, classes foi necessário ainda fazer a topologia para ajustar feições cujos limites coincidem, isto é preciso, pois podem correr sérios riscos de cometer inúmeros erros topológicos, movendo o vetor e prejudicando a qualidade do produto final. Então, para corrigir o erro foi levado em consideração no momento da aplicação da topologia duas regras: a primeira que não devem se sobrepor e a outra regra que não devia ter lacunas. Foi realizada essa topologia para cada região administrativa mencionada. Dessa forma, depois foi agregado todos as regiões administrativas para constituir apenas um layer, um arquivo, a fim de se obter o mapa UST de 2009 que corresponde a Região Hidrográfica do Riacho Fundo. O total de tempo realizado para essa classificação foi entre seis e sete meses para a área da região de estudo. O desenvolvimento desse mapa pode ser aprimorado pelo método automático, porém as técnicas para a discriminação dos objetos e seus relacionamentos ainda não estão totalmente consolidadas em boa parte dos programas e esses métodos ainda não visam a organização e funcionalidade dos espaço e sim identificar e individualizar feições (HECHT *et al.*, 2013; SOTERO, 2014).

Etapa II.3 – Validação do mapa - Matriz de confusão (ou matriz de erro), Índice de Kappa e saída de campo:

A exatidão de um mapa indica à proximidade de uma determinada medida ao seu valor real, logo, a confiabilidade de um mapa está vinculada a sua exatidão. Neste contexto, é necessário realizar algum procedimento estatístico, no produto de uma classificação de imagens digitais, para determinar a acurácia ou exatidão desta classificação (BERNARDES, 2006). No processo de análise dos dados do sensoriamento remoto, um passo fundamental é a avaliação da precisão temática. Os usuários necessitam saber quão confiáveis são os dados provenientes dos mapas temáticos, derivados da classificação de um produto do sensoriamento remoto, e através da matriz de confusão é possível derivar medidas e consequentemente verificar erros oriundos do processo de atribuição dos pixels a determinadas classes (VIEIRA, 2000). A avaliação da acurácia pode ser obtida por meio de coeficientes de concordância derivados da matriz de confusão, sendo que estes podem ser expressos como concordância total ou para classes individuais. Congalton (1991) relata que o uso do coeficiente Kappa (K) é satisfatório na avaliação da precisão de uma classificação temática, pelo fato de levar em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação, diferentemente da exatidão global, por exemplo, que utiliza somente os elementos diagonais (concordância real).

O método padrão para avaliação da precisão temática atualmente tem sido índices derivados da matriz de confusão. A matriz de confusão fornece a base para descrever a precisão da classificação e caracterizar os erros, ajudando a refinar a classificação. De uma matriz de confusão podem ser derivadas várias medidas de precisão da classificação, sendo a exatidão global uma das mais conhecidas (FOODY, 2002). A matriz de confusão é formada por um arranjo quadrado de números dispostos em linhas e colunas que expressam o número de unidades de amostras de uma categoria particular relativa – inferida por um classificador (ou regra de decisão), comparado com a categoria atual verificada no campo (CONGALTON, 1991).

As medidas derivadas da matriz de confusão são: a exatidão global, precisão de classe individual, precisão de produtor, precisão de usuário e índice Kappa (equação 1), entre outros. A exatidão global é calculada dividindo a soma da diagonal principal da matriz de erros xii, pelo número total de amostras coletadas n, ou seja:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^c X_{ii}}{n} \quad (1)$$

A análise de Kappa é uma técnica multivariada discreta usada na avaliação da precisão temática e utiliza todos os elementos da matriz de confusão no seu cálculo. O coeficiente Kappa (K) é uma medida da concordância real (indicado pelos elementos diagonais da matriz de confusão) menos a concordância por chance (indicado pelo produto total da linha e coluna, que não inclui entradas não reconhecidas), ou seja, é uma medida do quanto à classificação está de acordo com os dados de referência. (VIEIRA *et al.*, 2007) O coeficiente Kappa pode ser calculado através da seguinte equação (2):

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c X_{ii} - \sum_{i=1}^c X_{i+} X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c X_{i+} X_{+i}} \quad (2)$$

Onde K é uma estimativa do coeficiente Kappa; x_{ii} é o valor na linha i e coluna i; x_{i+} é a soma da linha i e x_{+i} é a soma da coluna i da matriz de confusão; n é o número total de amostras e c o número total de classes.

Embora o coeficiente Kappa seja muito utilizado na avaliação da exatidão de mapeamento, não existe uma fundamentação teórica para recomendar quais os níveis mínimos aceitáveis deste coeficiente numa classificação. Entretanto, a Tabela apresenta níveis de desempenho da classificação para o valor de Kappa obtido (tabela 4), normalmente, aceitos pela comunidade científica (VIEIRA *et al.*, 2007).

Tabela 4 - Índice de Kappa.

Índice Kappa	Desempenho
< 0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000).

Para averiguar a realidade das informações trabalhadas, foi realizada uma saída de campo nas regiões administrativas em estudo. Foram visitados no total 50 pontos de

constatação que comprovam e exemplificam a classe/legenda e seu tipo de estrutura urbana presente naquele local com o trabalho realizado no ArcGis.

Etapa III – Processamento dos dados de consumo:

O arquivo vetorial (formato shapefile) de pontos de consumo obtidos pela Caesb no ano de 2009 foram acrescentados ao shape de polígonos do mapeamento UST composta por todas as regiões administrativas. A distribuição espacial do consumo de água foi bem distribuído aos polígonos em estudo e para a região total em análise. Foram analisados 82.911 pontos.

Etapa IV - Correlação entre as categorias UST e consumo:

A correlação entre as categorias UST e consumo foram realizadas por meio do Arcgis onde primeiramente foram acrescentado os layers do mapeamento UST da região hidrográfica da bacia do Riacho Fundo e depois os dados de consumo do ano de 2009 fornecidos pela Caesb.

A primeira ferramenta para começar a analisar os dados dispostos foi o Spatial Join que tem como objetivo juntar os atributos de um recurso para outro baseado na relação espacial. As características-alvo e os atributos associados se juntam para as características e são escritos para a classe recurso de saída. No caso os atributos a serem juntados são o shape de polígonos da UST com o shape de pontos dos dados de consumo. Dessa forma, uma nova tabela foi acrescentada ao layer, podendo então ser analisado as informações nela presente de acordo com os layers anteriores.

Posteriormente, foi utilizado a ferramenta Summary Statistics, com a finalidade de fazer uma estatística básica gerando valores de média, máximo, mínimo e desvio padrão para cada UST e em cada região administrativa composta.

5.Resultado e Discussões

O mapeamento foi realizado em níveis hierárquicos que são as áreas abertas, áreas públicas, áreas residenciais, áreas de comércio e indústria, áreas mistas e áreas de transição. A tabela 5 apresenta a chave de classificação adotada para a UST e sua descrição.

Tabela 5 - Legenda da UST.

Nível 1		UST	Descrição
Áreas Abertas		GS - Espaços Verdes	Áreas verdes podendo se tratar de áreas ainda não urbanizadas ou áreas verdes entre as faixas de urbanização.
		CU - Unidades de Conservação	Áreas protegidas legalmente constituídas. Trata-se de áreas de grande extensão, assim como pequenas áreas inseridas na malha urbana, mas com perspectivas de conservação ambiental e formação de corredores ecológicos.
		AG - Uso Agropecuário	Espaços verdes modificados pela ação humana, geralmente com características de áreas rurais, tais como áreas com implementação de culturas e pastos.
		DC - Espaços Degradados	Áreas degradadas: cascalheiras/mineração abandonada; terrenos urbanos sem manejo adequado.
Áreas Públicas		Mobilidade + Obras de arte (T)	Vias principais.
		RA - Áreas de Recreação	Áreas de lazer, como praças e campos de futebol.
		Institucional (PB)	Edifícios públicos e centros de serviços, como escolas, Igrejas, Hospitais, Cemitérios, centros públicos de esporte e lazer.
Áreas Residenciais		RH4 - Alta Densidade e Baixo Padrão	Áreas razoavelmente homogêneas com altas taxas de urbanização. A maioria das casas tem telhado de amianto.
		RH5 - Média Densidade e Médio Padrão	Tamanho das construções heterogêneo, com algumas piscinas e pequenos jardins. Alguns telhados de amianto e outros de argila.
		RH6 - Média Densidade e Alto Padrão	Para a classe média-alta, padronizado, geralmente casas de famílias de alta qualidade. Algumas pequenas piscinas privadas. Baixa densidade populacional. Vários Condomínios (fechado parcial).
		RH7 - Média Densidade e Muito Alto Padrão	Para a classe média-alta, padronizado. Pelo menos uma piscina por casa. Baixa densidade populacional. Casas com acomodações luxuosas. Equipamentos e instalações no mais alto padrão.
		RH8 - Baixa densidade e Alto Padrão	Para a classe média-alta, padronizado, geralmente casas de famílias de alta qualidade. Algumas piscinas privadas. Baixa densidade populacional. Geralmente em condomínios.
		RB1 - Apartamentos Baixos, Média Densidade e Médio Padrão	Prédios de até 6 andares em áreas legalmente destinadas para esta finalidade.
		RB3 - Apartamentos Altos, Média Densidade e Alto Padrão	Edifícios altos de até 35 andares. Condomínio com estrutura construída (piscina, campos de futebol, churrasqueira). Algumas lojas no piso térreo. Construção de bairros altos. Distritos em crescimento.
Área de Comércio e Indústria		C1 - Edifícios Comerciais Altos	Edifícios comerciais com padrão médio para alto. Áreas destinadas exclusivamente para comércio e serviços.
		I1 - Áreas Industriais (SIA)	Sector de Indústrias e Abastecimento (SIA). Área destinada especificamente para a indústria e fornecimento de alimentos. No entanto, há o desenvolvimento de atividades comerciais como a venda de automóveis e materiais de construção.
Áreas Mistas		C2 - Comercial Mista	Áreas comerciais, geralmente com três andares. Primeiro e segundo andar comercial. Terceiro residencial. Locais ao longo de ruas principais, edifícios de armazenamento / fábricas
		I2 - Áreas Industriais Mistas	Sector da indústria misturado com o sector comercial e, em alguns casos residências nos andares superiores dos edifícios.
Áreas de Transição		URB - Urbanização	Áreas designadas para novas áreas urbanas, em processo de construção civil.
		RH1 - Muito Baixa Densidade e Baixo, Médio ou Alto Padrão	Moradias isoladas, tamanho pequeno. Áreas com característica de chácaras em área urbanas. Criadas através do parcelamento de outras chácaras ou grandes fazendas.
		RH2 - Baixa Densidade e INDEFINIDO PADRÃO	Áreas em processo avançado ou inicial de instalação. Possuem vias não pavimentadas demarcadas. Podem apresentar casas ou casas e lotes não delimitados (sendo a maior parte não habitada).
		RH3 - Área Marginal	Casas construídas com materiais simples, sistema de drenagem e esgotamento em implementação.

Essas fotos são o resultado da etapa II.3, sobre a saída de campo realizada nas regiões administrativas. Foi possível perceber a diferença de uma região planejada com uma região não planejada. Áreas em processo de urbanização. Outras áreas sem nenhuma área de recreação. As fotos demonstram os exemplos de algumas das classes da legenda da UST (figura 9).

	
Classe RH4 - Guará	Classe RB3 – Águas Claras
	
Classe T - Guará	Classe C1 - Guará



Classe DC (solo exposto) – Águas Claras



Classe RH6 – Park Way



Classe I2 - Arniqueiras



Classe C2 – Águas Claras



Classe RB1 – Riacho Fundo



Classe PB – Riacho Fundo



Figura 9 - Conjunto de figuras de saída de campo.

5.1. O mapa UST de 2009

O mapa UST teve como total 22 classes (figura 10):

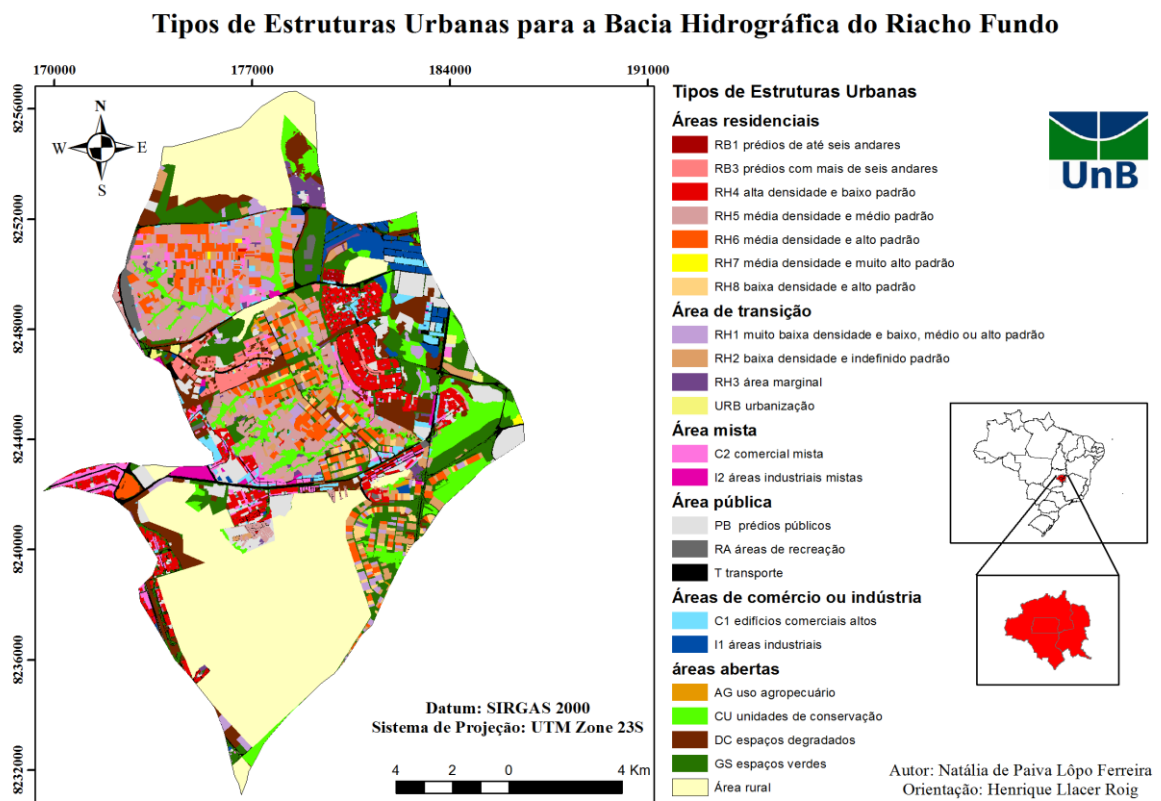


Figura 10 - O mapa dos tipos de estruturas urbanas para a bacia hidrográfica do Riacho Fundo.

O mapa UST seguiu uma proposta de mapear áreas urbanas. As áreas em amarelo são áreas que não são consideradas urbanas pelo IBGE e pela SEMA, pois, são zonas rurais e por isso não foram classificadas. O mapa UST contém as regiões administrativas de Candangolândia, Águas Claras, SAI, Vicente Pires, Estrutural, Park Way, Guará I e II, Lago Sul, Núcleo Bandeirante e Riacho Fundo I e II.

Podemos perceber que a predominância de residências se baseia em casas e não em apartamentos. O predomínio maior de apartamentos é em Águas Claras, onde se concentram apartamentos acima de seis andares (RB3), geralmente com jardins e piscinas, tendendo a ser uma local de consumo elevado e também por conta da densidade de populacional nesse tipo de condomínios de prédio. Também existem prédios mais antigos, de seis andares (RB1) e casas na região, apresentando diversas classificações, como: RH1, RH4, RH5, RH6, infere-se que trata de um local não planejado e organizado, tratando se possivelmente de áreas de invasão e de crescimento populacional elevado. Na região do Park Way há o predomínio de grandes casas pela classe RH5, RH6, RH8, observa-se um certo padrão nessa área. Na região do Guará também há uma maior organização, em termo de espacialidade com a classe RH4. Outra região é o Vicente Pires, uma grande área, com misturas de duas classes principais, como pode ser visto no mapa, o RH6 e RH5 são áreas grandes e com predomínio de jardim e piscina, o que provavelmente, o consumo de alto seja elevado do que em outras regiões do mapa de acordo com a classificação UST. A região SIA (Setor de Indústria e Abastecimento), há o predomínio da classe II, como se espera. Entretanto logo ao lado do SIA, podemos verificar que na região da Estrutural há uma grande desordem de loteamento, por não ser uma área planejada e então as classes que predominaram nessa área são: o RH1 e RH3 e de atual expansão. Outra área pequena que compõem a bacia do Riacho Fundo é o Lago Sul, área nobre, organizada e apresentando como classificação no mapa áreas de CU, GS, T, PB, RH7. Outros dois locais que contém muitas classificações de UST e demonstra uma área de expansão é o Riacho Fundo 1 que tem como classes: o RH1, RH2, RH4, RH5, C2, tratando-se de uma área em expansão e sem planejamento adequado. E ao lado do Riacho Fundo 1 está o Riacho Fundo II também uma área em expansão e de diversos tipos de classes, como: RH4, C2, RH3, RH1. A região de Candangolândia, uma área antiga, está presente as seguintes classes: RH4 e C2, tratando-se de um local mais organizado, pequena e sem área de expansão, comparado com as outras regiões administrativas. Entretanto, a região do Núcleo Bandeirante, há classes diferentes, como o RH4, C2, RH3, RH2, RH1 sendo uma área de expansão e de crescente urbanização. Pode-se observar a diversidade de estrutura urbanas nessa região da Bacia Hidrográfica. A densidade populacional nesse local também é alta, por isso é uma área

relevante para entender o consumo e como ele afeta o uso do território neste local. O próximo objetivo é trazer informações sobre as condições de atendimento e padrões de consumo das residências em condomínio, regularizados ou em processo de regularização.

5.2. Resultado do Índice de Kappa por meio da matriz de confusão

A exatidão do mapa ou seja a precisão foi de 0,84 (tabela 6) isso indica à proximidade de uma determinada medida ao seu valor real, logo, a confiabilidade de um mapa está vinculada a sua exatidão. Então as minhas amostras de validação são iguais ao mapa de UST em 81%. Representando um índice de kappa de 0,81 (tabela 7), segundo a tabela de Fonseca, esse resultado apresenta um desempenho excelente, considerando a quantidade de amostras que obtive na saída de campo.

Tabela 6 - Matriz de confusão.

Mapa	AG	C 1	C 2	C U	D C	G S	I 1	I 2	P B	R A	R B 1	R B 2	R B 3	R H 1	R H 2	R H 3	R H 4	R H 5	R H 6	R H 8	T	U R B	Soma
AG																							0
C1									1														1
C2			3																				3
CU				1																			1
DC					2									2		1					1		6
GS					1	2																	3
I1																							0
I2			1																				1
PB									2	1													3
RA										1													1
RB1											1												1
RB2																							0
RB3												5											5
RH1													1										1
RH2														2									2
RH3																							0
RH4										1							11						12
RH5																		10					10
RH6																			4				4
RH8																							0
T																					2		2
URB																							0
Soma	0	0	4	1	3	2	0	0	3	3	1	0	5	1	4	0	12	10	4	0	3	0	56

Exatidão	0,84	
-----------------	------	--

Tabela 7 - Índice de Kappa - resultado

Somatório da diagonal da matriz	47
Número de amostras	56
Soma do produto da soma entre colunas e linhas	350
Índice de kappa	0,82
Kappa em porcentagem	81,9

5.3. A média de consumo por padrão UST

A frequência dos pontos de consumo por UST são apresentadas na figura 11, assim como o gráfico Boxplot na figura 12, onde ilustra a correlação do consumo médio anual em m³ com as classes USTs.

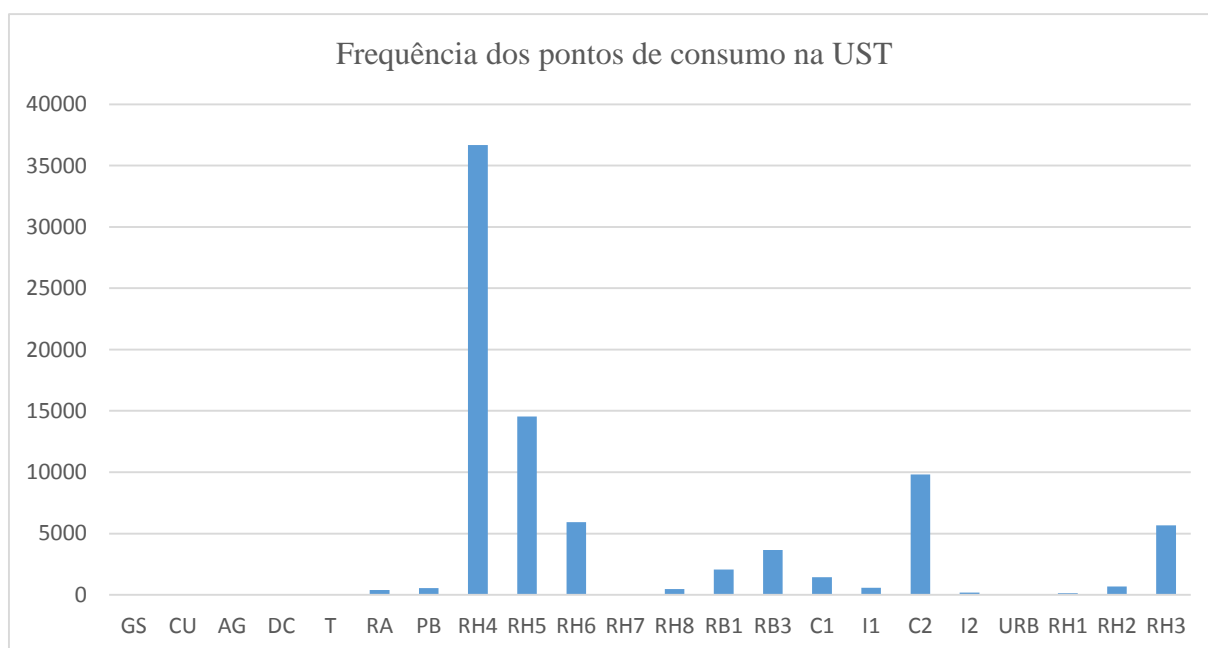


Figura 11- Frequência dos pontos de consumo na UST

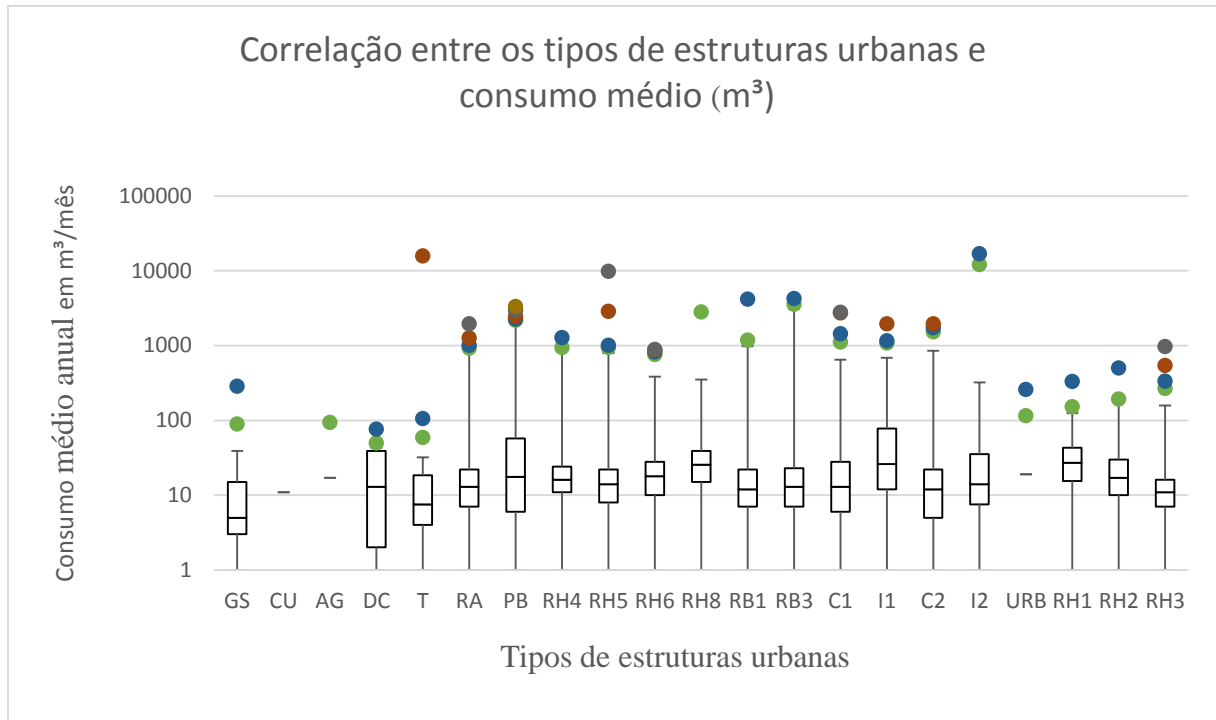


Figura 12 - Correlação entre os tipos de estruturas urbanas e consumo médio anual em m³/mês.

A construção do gráfico de frequência foi realizada a partir dos pontos de consumo médio anual em m³/mês, obtido pela Caesb e a sua dispersão no mapa UST referente ao ano de 2009. Foi realizado esse gráfico para uma melhor análise sobre os dados de consumo sobre a UST para analisar junto com o gráfico boxplot. O gráfico boxplot, contém os valores máximos não outliers (limite superior) e os valores mínimos não outliers (limite inferior), a mediana (representada pela linha reta), dentro da caixa. Na caixa “superior” tem-se o primeiro quartil e na caixa “inferior” tem o terceiro quartil dos dados de consumo. Os valores outliers foram definidos com base pela observação de que eles iam contra o padrão comum entre os dados de consumo. Ou seja, havia um valor muito superior (os outliers) em comparação com a sequência dos dados de consumo desses pontos de consumo. Por isso, foi utilizado os outliers porque, eles de fato, não apresentam uma valoração máxima, mas sim uma ocorrência fora do padrão do consumo “normal” observado em tal classe. Isso pode ter ocorrido, devido a ocorrência do uso elevado do recurso hídrico, então o gasto maior de consumo e consequentemente maior poder de capital para o pagamento, comparando os outros pontos de consumo obtido para a mesma classe. Os comentários a seguir são analisados por meio dos valores máximos não outliers para poder gerar comentários comparativos com valores que representam maior a realidade.

Por meio do gráfico boxplot pode-se observar os valores máximos, que apresenta como essa característica a classe I2 (área industrial mista) composta pelo setor da indústria misturado com o setor comercial e, em alguns casos residências nos andares superiores dos edifícios, representando no total 16.884 m³ consumido como média anual. A área industrial é um setor que utiliza o recurso hídrico conforme o seu objetivo e o que a indústria produz e pelos dados demonstrou ser o de mais consumo. Embora, observando a tabela de frequência, onde consta 192 pontos de consumo, o seu impacto pode ser levado em conta pela sua própria característica da classe I2, pois representa o setor comercial, o residencial e indústria. Dessa forma, pode-se esperar o porquê pelo maior resultado de consumo hídrico no gráfico e portanto, esse é o principal fator para esse resultado. O dado de menor valor para consumo hídrico na região estudada, refere-se a classe DC (áreas degradadas) com o valor de 76 m³. Essa classe junto com a classe GS (áreas verdes), que tem como característica estar inserida em áreas ainda não urbanizadas ou áreas verdes entre as faixas de urbanização, cujo resultado foi de 268,5 m³. Essas áreas, teoricamente, não deveriam resultar em nenhum consumo, pois são áreas onde não há habitação ou uso de fato. Entretanto, por meio das imagens de satélite foi possível observar a presença de pequenos comércios, como pontos de revista ou café, em diversas localidades observadas no momento do mapeamento UST. E por isso, como resultado, desses pequenos serviços encontra-se esses pontos de consumo, também vistos em áreas que são degradadas. A frequência desses pontos em GS e DC, foi 25 e 16, respectivamente.

Considerando as áreas públicas, como o T (transporte), RA (área de recreação) e PB (prédios públicos), o maior consumo entre eles foi na classe de T com o total média anual de 15.741 m³, nesse local, sendo área de transporte, também espera-se que não se encontra nenhum consumo, pois teoricamente, é uma área destinada a transporte, no entanto, como acontece nas classes de GS e DC, nota-se muitas áreas das regiões administrativas com pontos de comércio em calçadas, que no momento do mapeamento UST foram consideradas como áreas de transporte e por isso os pontos de consumo nessa classe foi elevado, pois certamente, tinha comércio nessa localidade, mapeado como transporte. Depois, a classe PB teve um consumo de 3275 m³. PB é compreendido como áreas públicas, como escolas, igrejas, faculdades ou clubes. Esse valor foi próximo dos valores de algumas classes de residências, como a RH4 ou RH8, que serão descritos em frente. Outra área relevante considerada, como áreas públicas, denota-se as áreas de recreação, como quadras de esportes, que tem em seu território banheiros e bebedouros para o consumo hídrico para a população, totalizando: 1923

m³ de água. Por se tratar de áreas públicas, o investimento de melhores tecnologias precisam ser constantes nesses locais, pois o usuário não é responsável pelo pagamento do consumo que o faz e a tendência é de haver consumo mais elevado. Então, a conscientização do indivíduo de que o recurso hídrico é um recurso que tem sido mais escasso, com quantidade e qualidade, devido ao aumento populacional ou o crescimento urbano e aliado com melhores tecnologias, como reuso de água ou reparo nos encanamentos de água, a fim de evitar a perda hídrica da fonte até o local de abastecimento, são de importância fundamental para reduzir esse consumo observado no gráfico.

Retomando a área residencial que compõem a maior parte da mancha urbana no mapa UST, ela demonstra ser uma área, onde o consumo é imenso e é possível, dessa forma, analisar onde o consumo hídrico é mais utilizado. O valor mais alto, encontra-se na classe RH5 (média densidade e médio padrão), caracteriza-se como: tamanho das construções heterogêneo, com algumas piscinas e pequenos jardins. Pela própria descrição é possível imaginar o motivo pelo maior alto consumo entre as áreas de residência, totalizando em 9853 m³. A frequência desses pontos também foi alta, com 14554 pontos, principalmente localizado nas regiões administrativas em: Vicente Pires, Águas Claras e Park Way. São locais de expansão no Distrito Federal, cujo o número de população é alto e o padrão de renda é de classe média alta. O segundo valor mais alto foi para a classe RB3 (Apartamentos Altos, Média Densidade e Alto Padrão), que tem como característica edifícios altos de até 35 andares. São condomínios com estrutura construída (piscina, campos de futebol, churrasqueira) e algumas lojas no piso térreo. Como pode ser observado, essa classe tem características físicas que sugerem um alto consumo, além disso, pelo fato de ser uma residência com alta densidade populacional por andar no prédio. Teve como consumo um total de 4214 m³ médio anual, a frequência de pontos de consumo analisados no mapa foi de 3655. Encontra-se principalmente na região administrativa de Águas Claras. O terceiro maior consumo, foi para a classe de RB1 (Apartamentos Baixos, Média Densidade e Médio Padrão) são prédios de até 6 andares, teve como consumo um total de 4131 m³ e encontra-se inserido nas áreas do Guará e Park Way. A frequência foi de 2072 pontos de consumo o que indica esse possível causa de consumo como poder de renda per capita da população, pois são regiões administrativas de médio padrão e por se tratar de média densidade em cada apartamento, quanto mais população em um área, maior tende ser o consumo. O quarto maior consumo foi para a classe RH8 (Baixa densidade e Alto Padrão), possui classe média-alta, padronizado, geralmente casas de famílias de alta qualidade. Algumas piscinas privadas e

baixa densidade populacional. Teve o total médio de consumo de 2781 m³ e frequência de 477 pontos na área de estudo. As características físicas da área de residência e o poder financeiro são um alto indicativo do resultado do consumo, comparando também com a pouca quantidade de frequência, para poder ter como quarto maior consumo na área de estudo. Subentende-se quanto maior também for a renda per capita, mais alto será o poder de consumo, pois o indivíduo tem condição financeira e usufrui de maior espaço e itens de lazer, como piscina, sauna, aquários ou jardins. Essa classe encontra-se na região administrativa do Park Way.

Como o quinto maior consumo, tem-se a classe de RH4 (Alta Densidade e Baixo Padrão). São áreas razoavelmente homogêneas com altas taxas de urbanização. Possui como média de consumo 1253 m³ e tem o maior número de pontos de consumo como frequência de 36693. Essa área cobre muitas partes da região da área de estudo e encontra-se principalmente no Guará I e II, Riacho Fundo I e II e Núcleo Bandeirante. São áreas de grande concentração e expansão no DF, concentra-se muita população, porém com baixa ou média renda per capita, não possui tantos espaços verdes, por isso, sugere que o consumo é mais limitado comparado com as outras classes citada a cima.

O sexto maior consumo foi a classe RH6 (média densidade e alto padrão), tem como característica ser uma área da classe média-alta, padronizado, geralmente casas de famílias de alta qualidade, algumas pequenas piscinas privadas e baixa densidade populacional. Esse tipo de classe teve como frequência 5933 pontos e foi menor comparado com outras frequências como o RH4 ou RH5, esse motivo leva para poucos pontos de consumo, áreas que possivelmente, estavam sem moradores, ou apartamentos vazio ou para alugar, demonstra o possível motivo para estar como o sexto maior consumo. Pois também é uma classe que tem áreas verdes grandes e de moradores com poder de renda per capita elevado. Encontra-se também em Vicente Pires, Águas Claras e Park Way.

A classe RH7 teve como zero consumo e possui poucos território no mapeamento UST. O motivo provável para o zero consumo, deve-se a apartamento vazio, a venda ou para alugar.

Entre as classes de comércio a classe C1 (Edifícios Comerciais Altos) obteve como consumo médio um total de 2746 m³ comparado com a classe C2 (comercial mista) de 2350,5 m³. A classe C1 são edifícios comerciais com padrão médio para alto. Áreas destinadas exclusivamente para comércio e serviço e encontra-se nas regiões de Águas Claras, Setor de

Indústria e Abastecimento e Guará. É um setor que consome muito recurso hídrico dependendo do serviço que oferece. Enquanto a área C2 são áreas comerciais, geralmente com três andares. Primeiro e segundo andar comercial. Terceiro residencial. Locais ao longo de ruas principais, edifícios de armazenamento. Encontra-se nas áreas de Riacho Fundo I e II, Núcleo Bandeirante e Águas Claras, áreas de expansão no DF.

A classe I1 (áreas industriais), possui como consumo médio total de 1877,5 m³, encontra-se inserida no Setor de Indústria e Abastecimento (SIA). São áreas de Setor de Indústrias e Abastecimento (SIA). Área destinada especificamente para a indústria e fornecimento de alimentos. No entanto, há o desenvolvimento de atividades comerciais como a venda de automóveis e materiais de construção. A diferença entre essa classe I1 comparado com a classe I2 que é maior em consumo é consideravelmente bem elevada. O que nos permite analisar que o conjunto mix da classe I2 agrega muito mais serviços e demandas com o abastecimento hídrico, por incluir nessa classe o setor de comércio e residência.

Comparando as áreas de transição tem-se como o maior consumo a classe RH3 (área marginal). São casas construídas com materiais simples, sistema de drenagem e esgotamento em implementação. Possui um total de consumo médio anual de 956m³ e foi verificado como frequência um total de 5660. Essa classe se encontra principalmente, na região da Estrutural e Núcleo Bandeirante. São áreas de expansão e que devem ser levadas em contas por conta da falta de planejamento e a futura demanda pelo abastecimento hídrico, após serem construídas. A segunda classe de maior consumo foi o de RH2 (baixa densidade e padrão indefinido), teve como valor médio de consumo 470 m³, é uma área que cobre as regiões de casas construídas com materiais simples, sistema de drenagem e esgotamento em implementação. Devem ser levadas em conta no futuro pelo impacto do consumo que trará para o uso do território no local. As áreas são iguais aos da classe RH3. A classe RH1 (Muito Baixa Densidade e Baixo, Médio ou Alto Padrão) com moradias isoladas e tamanho pequeno. São áreas com característica de chácaras em área urbanas. Criadas através do parcelamento de outras chácaras ou grandes fazendas. Possui um total de 289 m³ consumo e um total de frequência de 140 pontos. Por último, a análise da área de transição tem-se a classe URB (urbanização) contando com 4 pontos de frequência e um total de 35,8 m³ de consumo. São poucos pontos, mas é preciso estar atento a essas áreas de transição pois são áreas de potenciais avanços e aumento de consumo sob uma bacia que já corre sério risco de abastecimentos devido ao alto crescimento populacional e o crescimento urbano desenfreado. Essas áreas de URB encontram-se, principalmente, em Águas Claras e Candangolândia.

6. Conclusões

O mapeamento dos tipos de estruturas urbanas foi possível para a região de estudo da Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo. Utilizou-se o método manual, porque este método ainda é o mais indicado, mais eficiente e permite uma análise multiescalar mais precisa que os métodos automáticos, pois as técnicas e cálculos para a discriminação dos objetos e suas relações ainda não estão totalmente consolidadas e eles não permitem avaliar a organização e funcionalidade dos espaços e sim identificar e individualizar feições. Embora o método manual tenha levado mais tempo, o mapeamento foi concluído de acordo com o previsto e revisado para avaliar cada classe do UST. Por meio da utilização dos dados de consumo oriundos da CAESB (Companhia de Saneamento Básico do Distrito Federal) foi possível através do ArcGis especializar o consumo com o mapeamento UST já realizado. O mapeamento e a junção desses dados foi simples. E foi possível avaliar quais tipos de estruturas urbanas consomem mais os recursos hídricos, ou seja, analisar qual tipo de consumo tem mais impacto sobre o uso do território de acordo com o tipo de estrutura urbana que se tem no local. O objetivo do estudo era a análise dos tipos de estruturas urbanas e abastecimento de água na bacia e seu impacto no sistema hídrico. Então, por meio dos dados de consumo, ou seja, a média anual mensal em m³, foi possível analisar que o maior consumo foi sobre a classe I2 (áreas industriais mistas) e analisar que entre as áreas habitacionais que tem o maior consumo foi o RH5, seguido do RB3, RB1, RH8, RH4, RH6, sendo que para a classe RH7 não obteve nenhum dado de consumo. Para a metodologia ser eficaz é necessário que os dados secundários tenham qualidade e a precisão da classificação é totalmente dependente do conhecimento da área e validação em campo. A UST oferece vantagem para o entendimento do sistema urbano que favoreça a otimização no uso de recursos, principalmente, no que se refere aos recursos hídricos. Assim, a metodologia UST revela-se ferramenta importante não apenas para analisar os aspectos físicos do tecido urbano, mas é uma ferramenta apropriada em estudos futuros indicando que pode ser usado também para previsão de demanda hídrica, construção de cenários, perspectivas e prospectivas de desenvolvimento sustentável, análise do consumo de água, custo e outras fontes de abastecimento. Além disso, também funciona como ferramenta para o desenvolvimento de processos analíticos, contribuindo, assim, na melhoria da gestão hídrica no Distrito Federal.

Referências bibliográficas

- ALBANO, M. P. **A importância do planejamento urbano ambiental – a habitação social e a expansão urbana em Presidente Prudente-SP.** (Dissertação de mestrado). Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 2013.
- AMORÓS, A. M. R. **Tipologías de Consumo de Agua en Abastecimientos Urbano - Turísticos de La Comunidad Valenciana in Investigaciones Geográficas.** N° 42, pp. 5-34. Alicante, Espanha: Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante, 2007.
- ASSEL e CLDF. **A força do entorno elaborado pela Assessoria Legislativa (ASSEL) da Câmara Legislativa do Distrito Federal (CLDF),** 1999.
- BANZHAF, E. & HESE, S. **Socio-ecological implication in water stress and urban growth modeling in Brasília.** Germany: Geo Öko, 2010.
- BANZHAF, E. & HÖFER, R. **Monitoring urban structure types as spatial indicators with CIR aerial photographs for a more effective urban environmental management.** Leipzig, Germany: IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 1, n. 2, p. 129-138, 2008.
- BERNARDES, T. **Caracterização do ambiente agrícola do Complexo Serra Negra por meio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica.** (Dissertação de mestrado). Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras. 119p, 2006.
- BRANDÃO, A. & PAVIANI, ALDO. **Consumo de Água em Brasília: Crise e oportunidade.** Companhia de Planejamento do Distrito Federal, Texto para Discussão, no 8/outubro de 2015 ISSN 2446-7502.
- BRITO, F. **O deslocamento da população brasileira para as metrópoles.** Revista Scielo, maio. 2006.
- BESUSSI, E., CHIN, N., BATTY, M., LONGLEY, P. The structure and form of urban settlements. In: T. Rashed; C. Jürgens (eds). **Remote sensing of urban and suburban areas, remote sensing and digital image processing.** DOI 10.1007/978-1-4020-4385-7_2, 2010.
- CAESB (DF). **Relatório de indicadores de desempenho da Caesb - indicadores 2015.** Brasília, 2015.
- CAESB (DF). **Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Federal.** 20ª Edição. Brasília, 2012. 144 p.: il.
- CANEPA, C. **Cidades sustentáveis: o município como locus da sustentabilidade.** São Paulo: RCS Editora, 2007.
- CAPOBIANCO, J. P. & JACOBI, P. R. **O dia em que faltou água na torneira.** Folha de S.Paulo, 28.11.2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/opinia0/2014/11/1554281-joao-paulo-capobianco-e-pedro-roberto-jacobi-o-dia-em-que-faltou-agua-na-torneira.shtml>> Acesso em: 5 jan., 2016.
- CARVALHO JUNIOR, W. **Expansão Urbana Em Brasília/Df: Ausência de Planejamento Urbano e Riscos aos Mananciais das Bacias Do Riacho Fundo e Paranoá.** Artigo científico. Revista Projeção e Docência, v. 2, n. 1, p. 20-00, março, 2011.
- CONGALTON, R. G. **A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data.** Remote Sensing of Environment, v. 49 n. 12, p. 1671-1678, 1998.
- DI GREGORIO, A. **Land cover classification system software version 2: Based on the orig. software version 1.** Environment and natural resources series Geo-spatial data and information, Vol. 8, rev. / edn, Rome and, 2005.
- DIAS, D. S. **Desenvolvimento urbano: princípios constitucionais.** Curitiba: Juruá, 2005.

FARRET, R. L. O Estado, a questão territorial e as bases da implantação de Brasília. In: PAVIANI, A. **Brasília: ideologia e realidade. O espaço urbano em questão**. São Paulo: Projeto Editores, p. 17-25, 1985.

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

FOODY, G. M. **On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment**. Photogrametric Engineering and Remote Sensing, v. 58, n. 10, p. 1459-1460, 1992.

GERL, T.; BOCHOW, M.; KREIBICH. **Flood damage modeling based on urban structure mapping using high-resolution remote sensing data**. Water. v. 6, p. 2367-2393, 2014.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e Expansão Urbana, a persistência de processos “insustentáveis”**. São Paulo Perspec. vol.15 no.1 São Paulo Jan./Mar, 2001.

KRUGER, M. J. **Definição de Morfologia Urbana**. Curso Global de Morfologia Urbana. PROPUR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

HECHT, R., HEROLD, H., MEINEL, G. & BUCHROITHNER, M. **Automatic derivation of urban structure types from topographic maps by means of image analysis and machine learning**. Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development. Germany, Leibniz, Germany, 2013.

HEIDEN, U., HELDENS, W., ROESSNER, S., SEGL, K., ESCH, T. & MUELLER, A. **Urban structure type characterization using hyperspectral remote sensing and height information**. Landscape and Urban Planning. v. 105. p. 361-375, 2012.

HÖFER, R., BAKKER, F., GÜNTHER, N., FIRMBACH, L., ROIG, H. L., LORZ, C. & WEISS, H. **Urban Structure Types and their impact on water resources: a case study in the Distrito Federal do Brazil**, 2013.

HUTH, J., KUENZER, C., WEHRMANN, T., GEBHARDT, S., TUAN, V. Q., DECH, S. **Land Cover and Land Use Classification with TWOPAC: towards Automated Processing for Pixel- and Object-Based Image Classification**. Remote Sensing. v. 4, p. 2530- 2553, 2012.

KRELLENBERG, K.; HÖFER, R.; WELZ, J. **Dinámicas recientes y relaciones entre las estructuras urbanas y socioeconómicas en Santiago de Chile: el caso de Peñalolén**. Santiago, Chile: Revista de Geografía Norte Grande.v. 48, p. 107-131, 2011.

LIMONAD, E. **Entre a urbanização e a sub-urbanização do território**. XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, Anais... Salvador, 23 a 27 de maio de 2005. Salvador: ANPUR, 2005.

LOPES, W. G. R. & CHAVES, S. V. V. **Riscos, Perigo e Vulnerabilidade em Áreas Urbanas: Uma Discussão Conceitual**. IV Encontro Nacional da Anppas 4,5 e 6 de junho. Brasília – DF – Brasil, 2008.

MACEDO, Joseli. **Cidades espalhadas: Porque o modelo Americano deve ser evitado no Brasil**. In: Desafios urbanos para a sustentabilidade ambiental nas cidades brasileiras / Rachel Coutinho Marques da Silva, organizadora. Rio de Janeiro: PROURB, 2012. Pag. 38-53.

MARICATO, E., COMARÚ, F. de A., OGURA, A. T., SALDIVA, P., VORMITTAG, E. & SZWARC, A. **Crise urbana, produção do habitat e doença**. In: SALDIVA, P. (Org.) Meio Ambiente e Saúde: O desafio das metrópoles. São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade, p.47-65, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (BRASIL). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre **Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** - 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.: il.

MEDAUAR, O. **Estatuto da Cidade**. Lei 10.257, de 10.07.2001. Comentários. MEDAUAR, Odete & ALMEIDA, Fernando Dias Menezes de (Coord.), São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

MEDEIROS, J. M. M., MEDEIROS, M. M., ROMERO, M. A. B. **A Gestão para a Conservação da Água. Dois Estudos de Casos: Riacho Fundo, Brasília e Rio Don, Toronto**, 2014.

MEINEL, G., HECHT, R., HEROLD, H. & SCHILLER, G. **Automatische Ableitung von stadtstrukturellen Grundlagendaten und Integration in einem Geographischen Informations system**. Forschungen (BBR). Heft 134, 2008.

MEINEL, G., HECHT, R. & HEROLD, H. **Analyzing building stock using topographic maps and GIS**. Building Research & Information, vol. 37, no. 5–6, 2009, pp.468–482, 2009.

MENEZES, P. H. B. J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá**. Dissertação de mestrado. Brasília: Universidade de Brasília; Instituto de Geociências, 2010.

MENEZES, P. H. B. J., RIOG, H. L., ALMEIDA, T. de., NETO, G. B S. & ISAIAS, F. B. **Análise da Evolução do Padrão de uso e ocupação do solo na bacia de contribuição do Lago Paranoá - DF**. São Paulo: Estudos Geográficos (UNESP), v. 8, p. 88, 2012.

MOON, K., DOWNES, N., RUJNER, H. & STORCH, H. **Adaptation of the Urban Structure Type Approach for the Assessment of Climate Change Risks in Ho Chi Minh City**. In: 45 ISOCARP Congress. p. 1-7, 2009.

NOGUEIRA, J. M. & ARAUJO, R. C. Revista Latinoamericana de Derecho y Políticas Ambientales, Lima, outubro, 2013.

NOSSO FUTURO COMUM (Relatório Brundtland). **Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

OLIVEIRA, T. S. M. & FILHO, R. S. J. **Planejamento e Sustentabilidade Urbana**. Caderno Organização Sistêmica, vol.3 n.2, jul/dez, 2013.

PAULEIT, S. & DUHME, F. **Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning**. Landscape and Urban Planning, 52, 1–20, 2000.

PAVIANI, A. **Brasília no contexto local e regional: urbanização e crise**. Rio de Janeiro: Revista Território. Ano VII – no 11, 12 e 13 - set./out., 2003.

PELUSO, M.L. & OLIVEIRA, W.C. de. **Distrito Federal: Paisagem, População e Poder**. São Paulo: Harbra, 2006.

PENNA, N. A. Fragmentação do ambiente urbano: crises e contradições. In: PAVIANI, A. & GOUVÊA, L.A.C. **Brasília: controvérsias ambientais**. Brasília: Editora Unb, p. 57 – 76, 2003.

PINTO, M. O. & SAYAGO, D. **Plano diretor: Instrumento de política urbana e gestão ambiental**, 2004.

RIBAS, O. T. **A sustentabilidade das cidades: os instrumentos da gestão urbana e a construção da qualidade ambiental**. Brasília: Universidade de Brasília. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2003.

HECHT, R., HEROLD, H., MEINEL, G. & BUCHROITNER, M. **Automatic Derivation of Urban Structure Types from Topographic Maps by Means of Image Analysis and Machine Learning**. In: Buchroithner, M. et al. (Eds.): 26th International Cartographic Conference, 2013.

SILVA, L. R. & NETO, J. F. C. **A sustentabilidade dos recursos hídricos do Distrito Federal**. Univ. Hum. Brasília, v. 5, n. 1/2, p. 77-107, jan./dez, 2008.

SOTERO, M. S. P. **Tipos de estrutura urbana e consumo de água, análise da morfologia urbana na bacia hidrográfica do Riacho Fundo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 124p, 2014.

TUCCI, C. E. M. & MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: MMA, 2008.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights**. (ST/ESA/SER.A/352), 2014.

UNFPA. United Nations Population Fund. **State of World Population 2007: Unleashing the potential of Urban Growth**. New York: UNFPA, 2007.

HEIDEN, U., HELDENS, W., ROESSNER, S., SEGL, K., ESCH, T. & MULLER, A. **Urban structure type characterization using hyperspectral remote sensing and height information**. Elsevier, Landscape and urban planning, February, 2012.

VIEIRA, C. A. O & FIGUEIREDO, G. C. **Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007.

VIEIRA, C. A. O. **Accuracy of remotaly sensing classification of agricultural crops: a comparative study**. 327p. Thesis (Doctor of Philosophy). University of Nottingham, p. 128-175, 2000.

VIOLA, Eduardo J. **A problemática ambiental do Brasil (1971-1991): da proteção ambiental ao desenvolvimento sustentável**. Polis 3:4-14. São Paulo: POLIS, 1991.

WALDE, I., HESE, S. & SCHMULLIUS, C. **Graph based mapping of urban structuretypes from high resolution satellite image objects**. In:Proceeding of the 4 GEOBIA. Rio de Janeiro, Brasil. p. 355-361, 2012.

WASHINGTON. **A contribuição da geografia para educação ambiental, as relações entre a sociedade e a natureza no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

WU, J. **Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes**. Landscape Ecology. v. 28, n. 6, p. 999-1023, 2013.

SWASBERG, B. **Mudanças e desafios ao planejamento e à gestão territorial: a experiência do Distrito Federal**. In: Espaço e Geografia, Brasília, n. 1, p. 45-56, 1999.

WALDE, I., HESE, S. & SCHMULLIUS, C. **Graph based mapping of urban structure types from high resolution satellite image objects**. Germany: Friedrich-Schiller-University Jena, Institute of Geography, Earth Observation, Graduate School on Image Processing and Image Interpretation, 2012.